

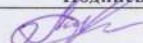
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа природных ресурсов  
 Специальность 21.05.02 «Прикладная геология»  
 Отделение геологии


### ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Инженерно-геологические условия Всеволожского района Ленинградской области и проект инженерно-геологических изысканий под строительство жилого многоэтажного дома со встроенно-пристроенными помещениями по адресу г. Кудрово, ул. Пражская УДК 624.131.1:728.22(470.23)

Студент

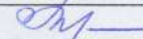
Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Мухамедянова А.А.		30.05.19

Руководитель ВКР


Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Строкова Л.А.	Д.Г.-М.Н.		30.05.2019

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:


По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Н.В.	Д. И. Н.		28.05.2019

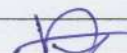
По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоев Е.В.	К. Т. Н.		28.05.2019

По разделу «Буровые работы»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шестеров В.П.			24.05.2019

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузеванов К.И.	К. Г.-М. Н.		31.05.2019

Томск – 2019 г.

## Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Профессиональные компетенции</b>	
P1	<b><u>Фундаментальные знания:</u></b> Применять базовые и специальные математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения комплексных инженерных проблем
P2	<b><u>Инженерный анализ:</u></b> Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.
P3	<b><u>Инженерное проектирование:</u></b> Выполнять комплексные инженерные проекты технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P4	<b><u>Исследования:</u></b> Проводить исследования при решении комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии, включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.
P5	<b><u>Инженерная практика:</u></b> Создавать, выбирать и применять необходимые ресурсы и методы, современные технические и ИТ средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом возможных ограничений.
P6	<b><u>Специализация и ориентация на рынок труда:</u></b> Демонстрировать компетенции, связанные с поисками и разведкой подземных вод и инженерно-геологическими изысканиями
<b>Универсальные компетенции</b>	
P7	<b><u>Проектный и финансовый менеджмент:</u></b> Использовать базовые и специальные знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления комплексной инженерной деятельностью.
P8	<b><u>Коммуникации:</u></b> Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты деятельности
P9	<b><u>Индивидуальная и командная работа:</u></b> Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных проблем.
P10	<b><u>Профессиональная этика:</u></b> Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения комплексной инженерной деятельности
P11	<b><u>Социальная ответственность:</u></b> Вести комплексную инженерную деятельность с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения устойчивого развития.
P12	<b><u>Образование в течение всей жизни:</u></b> Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению и непрерывному профессиональному совершенствованию.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов


Специальность 21.05.02. Прикладная геология.

Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

 31.05.2019 Кузеванов К.И.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломного проекта

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-213 Б	Мухамедяновой А.А.

Тема работы:

Инженерно-геологические условия Всеволожского района Ленинградской области и проект инженерно-геологических изысканий под строительство жилого многоэтажного дома со встроенно-пристроенными помещениями по адресу г. Кудрово, ул. Пражская	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	08.02.2019г. №1018/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2019

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Фактический фондовый материал изысканий организации АО «Институт «Геопроект», опубликованная литература, нормативные документы, материалы производственной работы автора.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<p>В общей части привести общие сведения о районе исследований, рассмотреть природные условия Всеволожского района, климат, геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия.</p> <p>В специальной части рассмотреть инженерно-геологические условия участка проектируемых работ.</p> <p>В проектной части разработать проект изысканий для строительства многоэтажного дома со встроенно-пристроенными помещениями. Определить основные виды и объемы работ, изложить методику их проведения.</p>


<b>Перечень графического материала</b>	1. Фрагмент карты четвертичных отложений Ленинградской области 2. Карта инженерно-геологических условий участка, инженерно-геологический разрез 3. Расчетная схема основания для свайного фундамента 4. Определение физических характеристик грунтов при помощи конуса П.О.Бойченко 5. Геолого-технический наряд на бурение скважины глубиной 23м
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**


Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Трубникова Н.В.
Социальная ответственность	Белоев Е.В.
Буровые работы	Шестеров В.П.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	18.02.2019
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Л.А. Строкова	Д. Г. - М.Н.		18.02.19

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Мухамедянова А.А.		18.02.19



## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «БУРОВЫЕ РАБОТЫ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-213Б	Мухамедяновой А.А.

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Дипломированный специалист	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

Тема ВКР:

**Инженерно-геологические условия Всеволожского района Ленинградской области и проект инженерно-геологических изысканий для строительства многоэтажного жилого дома со встроенно-пристроенными помещениями по адресу г. Кудрово ул. Пражская**

**Исходные данные к разделу «Буровые работы»:**

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Объект исследования: Инженерно-геологические условия Всеволожского района Ленинградской области и проект инженерно-геологических изысканий для строительства многоэтажного жилого дома со встроенно-пристроенными помещениями по адресу г. Кудрово ул. Пражская  
Область применения: для проектирования и строительства новых зданий и сооружений.

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

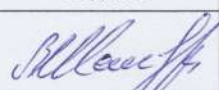
1. Геолого-технические условия бурения	Отмечается количество проектируемых скважин и глубина бурения, описание геологического разреза участка, классификация горных пород по буримости
2. Выбор конструкции скважины	В зависимости от глубины бурения, особенностей геологического разреза, вида и характера использования скважин производится выбор типовой конструкции скважины. Выбор типа скважин по назначению.
3. Выбор способа бурения	Способ бурения инженерно-геологических скважин выбирается с учетом свойств проходимых грунтов, назначения, глубины скважин.
4. Выбор буровой установки и технологического инструмента	В соответствии со способом бурения и конструкцией скважины осуществляется выбор буровой установки, приводится техническая характеристика установки. Выбор породоразрушающего инструмента в зависимости от свойств горных пород. Отмечается интервал закрепления стенок скважины обсадными трубами при наличии неустойчивых пород.
5. Технология бурения	Характеристика и особенности способа бурения. Указываются параметры режима бурения, скорость и производительность.

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

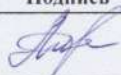
Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 23 м.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шестеров В.П.			18.02.19

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Мухамедянова А.А.		18.02.19



# **ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-213Б	Мухамедяновой А.А.

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Дипломированный специалист	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

Тема ВКР:

Инженерно-геологические условия Всеволожского района Ленинградской области и проект инженерно-геологических изысканий под строительство жилого многоэтажного дома со встроенно-пристроенными помещениями по адресу г. Кудрово, ул. Пражская

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: Инженерно-геологические условия Всеволожского района Ленинградской области и проект инженерно-геологических изысканий под строительство жилого многоэтажного дома со встроенно-пристроенными помещениями по адресу г. Кудрово, ул. Пражская Область применения: для проектирования и строительства новых зданий и сооружений.
--	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	Трудовой кодекс РФ Конституция РФ ГОСТ 12.2.032-78 [88] ГОСТ 17.1.3.06-82 [85] ГОСТ 17.1.3.02-77 [87] ГОСТ 17.4.3.04-85 [81] НПБ 105-03 [77] ГОСТ Р 12.1.019-2009 [64]
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> <li>– отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе;</li> <li>– превышение уровней шума и вибрации;</li> <li>– тяжесть физического труда;</li> <li>– отклонение показателей микроклимата в помещении;</li> <li>– недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>– утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону;</li> <li>– монотонность труда;</li> <li>– движущиеся машины и механизмы производственного оборудования;</li> <li>– вероятность поражения электрическим током</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы, выхлопные газы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы, утечка горючесмазочных материалов);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, нарушение естественного залегания пород);</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– решение по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p><b>Перечень возможных ЧС на объекте:</b>  <i>техногенного характера</i> – пожары и взрывы в зданиях, транспорте.  <i>Природного характера</i> – землетрясения.          Выбор наиболее типичной ЧС – пожар;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.</li> </ul>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.02.19
--	----------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоев Е. В.	к.т.н	Бел	22.02.19

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Мухамедянова А.А.	Мух	22.02.19



**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

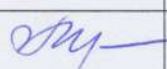
<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-213Б	Мухамедяновой А.А.

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение геологии</b>
Уровень образования	Дипломированный специалист	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология


<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения»:</b>	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально технические расходы – 86473,66 руб. Человеческие ресурсы – 682 638,60 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов.	Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства, ГОССТРОЙ РФ, 1999г.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.	Отчисления по страховым выплатам в соответствии с Налоговым кодексом РФ (НК РФ-15) от 16.06.98, а также Трудовым кодексом РФ от 21.12.2011г. Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30 %; Налог на добавленную стоимость 20%
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Произведена оценка коммерческого потенциала данного проекта
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Сформулированы цели, результат, и область применения проекта.
3. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	В результате выполнения данного раздела был выполнен анализ конкурентных технических решений. Анализ технических и экономических критериев показал, что организация, предлагающая комплексный продукт, обладает преимуществом по сравнению с конкурентами. В рамках разработки устава проекта были сформулированы цели, результат, область применения проекта.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Н.В.	д.и.н доцент		19.02.19

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Мухамедянова А.А.		19.02.19



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 145 страниц, 24 рисунков, 59 таблиц, 74 источника использованной литературы, 5 графических приложений.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, статическое зондирование, грунт, нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств, инженерно-геологический элемент, объемы работ, расчетная схема основания, геолого-технический наряд, производственная безопасность, сметная стоимость.

Объектом проектирования является площадка под строительство ногоэтажного жилого дома со встроенно-пристроенными помещениями по адресу г. Кудрово, ул. Пражская.

Цель работы – оценка инженерно-геологических условий участка, изучение состава, состояния и свойств грунтов, геологических процессов и явлений, обоснование оптимальных видов, объемов работ и методики изысканий для получения достоверности инженерно-геологической информации об условиях строительства.

В результате исследования намечены и обоснованы виды и объемы комплексных изысканий на стадии «рабочая документация», выбраны современные методики их выполнения, составлена смета на выполнение работ.

Представленный проект может быть использован для выполнения производственных изысканий. В производственно-технической части разработаны мероприятия по сокращению сроков производства и достижению экономического эффекта от проектируемых работ. Дипломный проект выполнен в текстовом редакторе MicrosoftWord 2016, рисунки и графические приложения выполнены в программе AutoCAD 2017, при построении таблиц использован табличный процессор MicrosoftExcel 2016.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ. ....	6
ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИЗЫСКАНИЙ. ....	6
1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика .....	7
1.1.1. Физико-географические условия .....	7
1.1.2. Климатические условия .....	9
1.2 Изученность инженерно-геологических условий .....	12
1.3 Геологическое строение района работ .....	16
1.3.1. История геологического развития .....	16
1.3.2. Стратиграфия .....	18
1.3.3. Тектоника .....	25
1.3.4. Геоморфология .....	26
1.4 Гидрогеологические условия .....	30
1.5 Геологические процессы и явления .....	34
1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района .....	35
II. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ .....	37
2.1 Рельеф участка проектируемых работ .....	37
2.2 Состав грунтов, условия их залегания и закономерности изменчивости .....	38
2.3 Физико-механические свойства грунтов .....	38
2.3.1. Характеристика физико-механических свойств и закономерности их пространственной изменчивости .....	39
2.3.2. Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов согласно ГОСТ 20522-2012 .....	45
2.3.3. Нормативные и расчетные показатели грунтов .....	53
2.4 Гидрогеологические условия участка изысканий .....	54
2.5 Геологические процессы и явления на участке изысканий .....	55
2.6 Оценка сложности инженерно-геологических условий участка изысканий .....	56
2.7 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процесс изысканий, строительства и эксплуатации сооружений .....	57
III. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ. ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ .....	59
3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий .....	59
3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ .....	63
3.2.1. Изучение материалов инженерно-геологических изысканий прошлых лет ....	65
3.2.2. Проведение бурения и статического зондирования .....	66
3.2.3. Лабораторные испытания грунтов .....	66
3.3 Методика проектируемых работ .....	70



3.3.4. Инженерно-геодезические работы .....	70
3.3.5. Буровые работы.....	71
3.3.6. Полевые испытания грунтов.....	76
3.3.7. Лабораторные исследования.....	77
Определение консистенции грунта в естественном сложении .....	87
Определение пределов пластичности при помощи пенетрации конусом конструкции П.О. Бойченко .....	91
Выводы: .....	93
3.3.8. Камеральная обработка результатов .....	94
IV. СОЦИАЛЬНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО ЖИЛОГО ДОМА..	96
ВВЕДЕНИЕ .....	96
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	96
4.1.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства .....	96
4.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	97
4.2 Производственная безопасность.....	98
4.1.3. Анализ выявленных вредных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия .....	100
ПОЛЕВОЙ ЭТАП.....	100
КАМЕРАЛЬНЫЙ И ЛАБОРАТОРНЫЙ ЭТАПЫ .....	102
4.1.4. Анализ выявленных опасных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия .....	105
ПОЛЕВОЙ ЭТАП.....	105
ЛАБОРАТОРНЫЙ И КАМЕРАЛЬНЫЙ ЭТАПЫ .....	106
4.3 Экологическая безопасность.....	107
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	108
Выводы по разделу .....	110
V. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ» .....	111
5.1 Анализ конкурентных технических решений .....	114
5.2 График выполнения проекта.....	121
5.3 Бюджет исследования .....	124
5.4 Рентабельность.....	130
5.5 Оценка сравнительной эффективности исследования .....	132
5.6 Реестр рисков проекта.....	135
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	138
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	139

## ВВЕДЕНИЕ

Дипломный проект составлен на основании задания на выполнение Выпускной квалификационной работы. Тема дипломного проекта «Инженерно-геологические условия Всеволожского района Ленинградской области и проект инженерно-геологических изысканий под строительство многоквартирного жилого дома со встроенно-пристроенными помещениями по адресу г. Кудрово, ул. Пражская»

Целью дипломного проекта является изучение инженерно-геологических условий участка и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство жилого здания.

Основой для выполнения дипломного проекта служит техническое задание проектной организации и архивные данные инженерно-геологических изысканий, выполненных ООО «ИЦ «ИЗЫСКАТЕЛЬ»

В соответствии с техническим заданием на участке объекта, площадью 4,0 га предусматривается проектирование и строительство следующих зданий и сооружений:

Таблица 1 – Технические характеристики сооружения

№ зданий, сооружений (по экспликации)	Назначение	Этажность, уровень ответственности сооружения	Высота сооружения в м	Размеры в плане в м	Фундаменты		
					Тип	Глубина в м	Нагрузка на сваю, тс; отпор грунта, тс/м <sup>2</sup>
1	Многоквартирный жилой дом со встроенно-пристроенными помещениями	16 II	до 50.0	121,6x157	Свайный (забивные 35x35 см или буронабивные 450-550 мм)	16 м	до 140 тс/ до 250 тс

Работа выполняется для стадии «Проектная документация, Рабочая документация»

Глубина заложения и нагрузка на основание фундаментов определяются по результатам изысканий.

Уровень ответственности проектируемых зданий и сооружений в соответствии с ГОСТ 27751-2012 – II (нормальный) [39];



Цель работы: нахождение оптимальных приемов и методов для получения материалов об инженерно-геологических условиях (включая геологическое строение, геоморфологические и гидрогеологические условия, состав, состояние и физико-механические характеристики грунтов, опасные геологические процессы), необходимых для обоснования компоновки здания, принятия конструктивных и объемно-планировочных решений, оценки опасных геологических и техногенных процессов и явлений, проектирования инженерной защиты и мероприятий по охране окружающей среды, разработки проекта организации строительства.

Расположение проектируемых сооружений приведено на карте фактического материала – лист 2.

Участок расположен во Всеволожском районе Ленинградской области, город Кудрово, ул. Пражская.



## **1.1 Физико-географическая и климатическая характеристика**

### **1.1.1. Физико-географические условия**

В административном отношении Всеволожский район расположен в Ленинградской области.

Территория Всеволожского муниципального района — равнина, низкая и почти плоская в восточной и южной частях и холмистая на западе и северо-западе. Максимальные высоты над уровнем моря достигают 170—180 метров на севере района. Наиболее низкие — урез воды в Неве — менее 1 м.

Современный рельеф Ленинградской области в значительной мере обусловлен действием материковых оледенений, послеледниковой эрозией и тектоническими процессами.

Для рельефа характерна отчетливо выраженная ступенчатость и наличие трёх крупных орографических единиц: Центральной возвышенности Карельского перешейка (Лемболовская возвышенность), части Приладожской низменности и правобережной части Приневской низины.

Наиболее возвышенная территория — Лемболовская возвышенность — в центральной части имеет выровненный платообразный характер и контрастный холмисто-грядовый — по восточной периферии.

Пониженные участки района в Приладожье и на правобережье Невы отличаются ровным ступенчато-террасированным рельефом. Здесь широко распространены болота. Общий фон низин нарушается островными холмисто-камовыми возвышенностями.

Всеволожский правый берег Невы преимущественно крутой и обрывистый.

Параллельно берегу Ладожского озера тянутся невысокие моренные гряды с относительной высотой 10-20 м, а вдоль прибрежной низменности — береговые дюны высотой 3-5 м.

В физико-географическом отношении рассматриваемая территория относится к Русской платформе, северо-западу Прибалтийского региона и



расположена в пределах Балтийско-Ладожского глинта. Геоморфологически участок изысканий входит в пределы Приневской низины.

Всеволожский район Ленинградской области, расположен между двумя большими водными бассейнами - Финским заливом и Ладожским озером. Район с юга ограничен рекой Невой, с северо-запада - реками Волчья и Сестра, с севера - реками Вьюн, Кожица и Смородинка.

Все водотоки относятся к малым водотокам восточно-европейского типа. Малые водотоки Ленинградской области принадлежат к типу равнинных, для которых характерно смешанное питание с преобладанием снегового. В годовом ходе уровня воды отчетливо выделяются весеннее половодье, летняя и зимняя межени и осенний паводок.

Территорию района следует рассматривать как часть водосборной территории Балтийского моря, а именно одной из его семи подсистем - Финского залива.

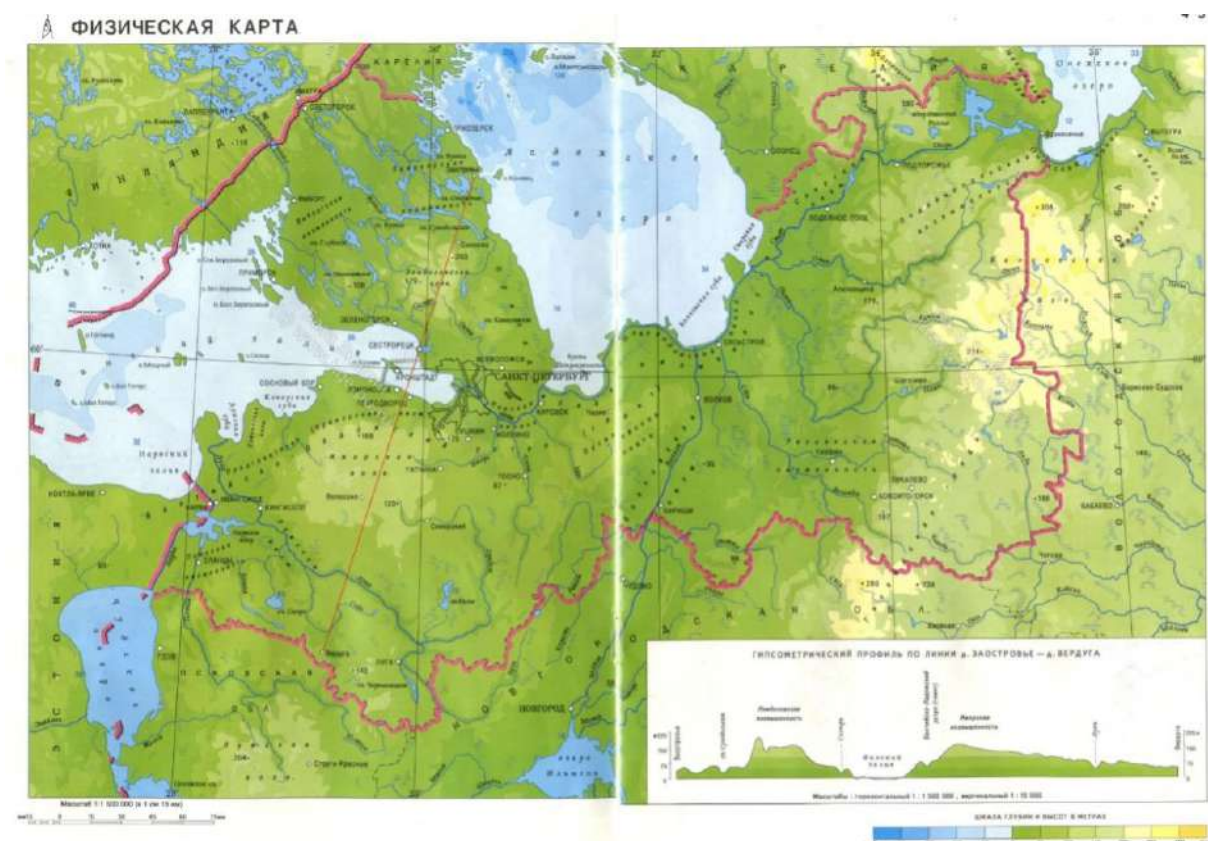


Рисунок 2. Физическая карта Ленинградской области

### **1.1.2. Климатические условия**

Климат Всеволожского района характеризуется умеренно теплым летом и продолжительной, неустойчивой, с частыми оттепелями зимой. В отдельные дни температура воздуха при оттепелях достигает положительных значений, что вызывает интенсивное таяние снега и при последующем похолодании приводит к образованию ледяной корки. За зиму может отмечаться до 25 дней с оттепелью. Наиболее мягкой и неустойчивой бывает первая половина зимы. Весна и осень носят затяжной характер.

Самым теплым месяцем года является июль. Средняя температура воздуха в этом месяце равна  $+16,5 - +17,5^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный максимум температуры воздуха равен  $+32^{\circ}\text{C}$ .

Самым холодным месяцем является февраль с температурой воздуха  $-8, -9^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный минимум температуры воздуха составляет  $-37^{\circ}\text{C}$ . Один раз в 80-100 лет температура воздуха зимой может понижаться до  $-42^{\circ}\text{C}$ .

Теплый период (период с положительной среднесуточной температурой) начинается в первой декаде апреля и длится до конца октября-начала ноября, в среднем 205-220 дней. Однако заморозки возможны до конца мая. Летние месяцы характеризуются большой продолжительностью солнечного сияния, равной 280-300 час. в июне и 200-240 час. в августе, что соответствует примерно половине возможной продолжительности. Летний день длится от 18,5 час. в июне (на 15-е число) до 16 час. в августе.

По количеству осадков район относится к зоне достаточного увлажнения, осадки вполне компенсируют возможное испарение. В течение года выпадает от 550-600 мм на побережье Ладожского озера до 700-790 мм перед склонами Центральной возвышенности Карельского перешейка. Среднегодовое количество осадков по данным метеостанции «Воейково» составляет 734 мм, "Токсово"-786 мм. Примерно 70% годовой суммы осадков

приходится на теплый период (апрель-октябрь).



Рисунок 3. Диаграмма годового распределения осадков

Летние осадки часто носят ливневый характер и сопровождаются грозами. Град - явление редкое, за теплый период в среднем отмечается 1-2 раза, примерно в 1 год из 4-5 лет он отсутствует.

В зимний период из-за частых оттепелей мощного снежного покрова не образуется. Средняя высота снежного покрова максимальных значений достигает в марте, на полевых участках она составляет 25-35 см в южной части района, до 45-50 см-в северной части, что обуславливает запас влаги 80-120 мм. За зиму отмечается 110-150 дней со снежным покровом.



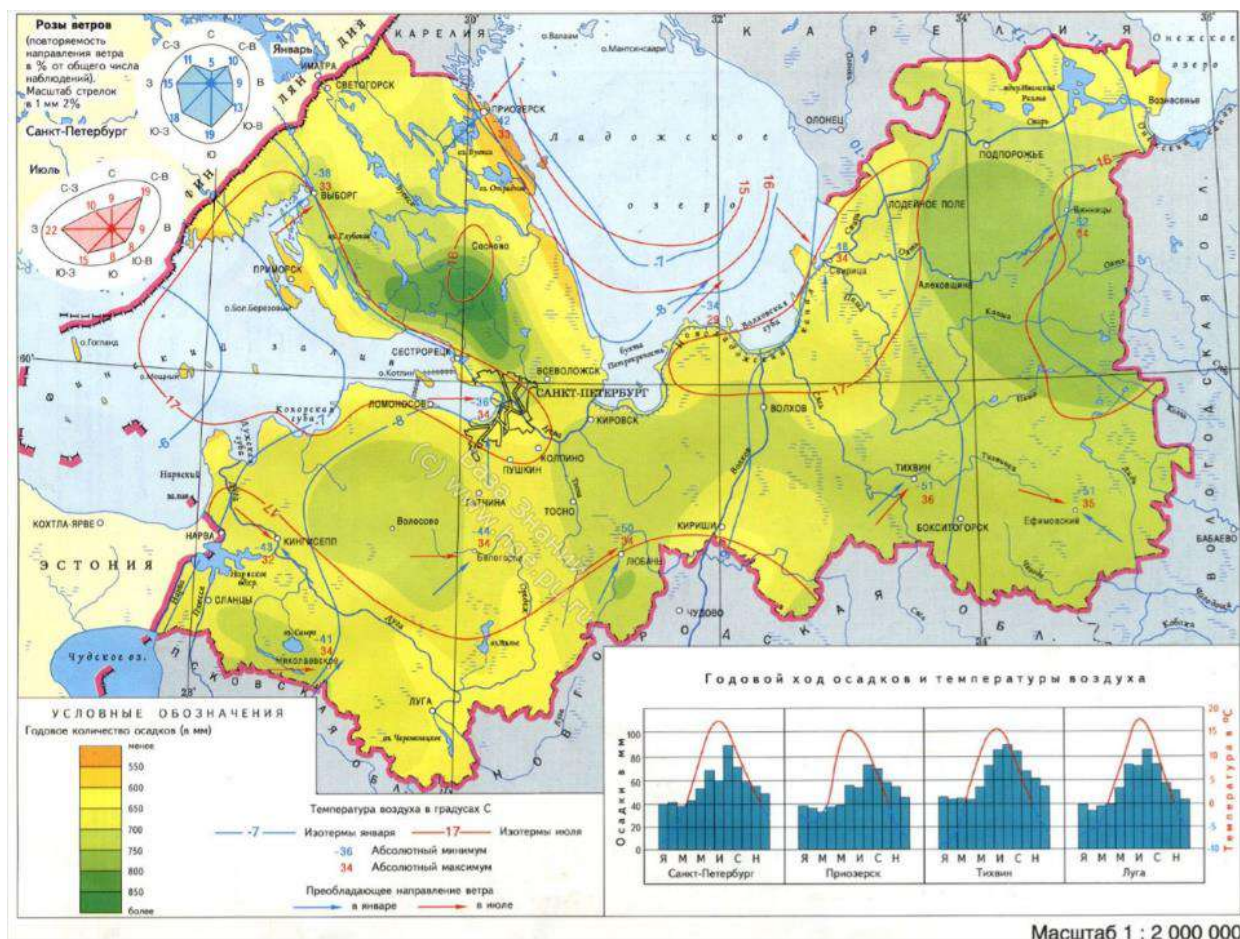


Рисунок 4. Карта климатических условий Ленинградской области

Преобладают ветры юго-западных и западных направлений, несущие влажный воздух атлантического происхождения. Вхождения атлантических воздушных масс связаны с циклонической деятельностью и сопровождаются ветреной, пасмурной погодой. Скорость ветра в зимние месяцы составляет 3,5-4,0 м/сек, на побережье Ладожского озера она увеличивается до 5,5-6,0 м/сек. В теплое время года ветры ослабевают. Сильные ветры (15 м/сек и выше) отмечаются преимущественно в холодный период, в году бывает до 8-14 дней с такими ветрами. Скорость ветра выше 30 м/сек. в районе не наблюдалась.

## **1.2 Изученность инженерно-геологических условий**

Инженерно-геологические условия территории Всеволожского района достаточно хорошо изучены, это связано с активной застройкой района.

С 1940-50-х годов шло большое развитие исследований в области четвертичной геологии и геоморфологии. Среди них следует назвать работы Н. Н. Соколова, касающиеся стратиграфии четвертичных отложений и уточнения границ оледенений (1946, 1948), выработки общих принципов стратиграфии (1947), общей и региональной геоморфологии (1946, 1947, 1955) и геоморфологического районирования (1948, 1949, 1955). В своих работах Н. Н. Соколов, основываясь на геоморфологических данных, впервые выделил в пределах валдайского оледенения семь стадий, получивших названия максимальной, едровской, валдайской, крестецкой, лужской, ленинградской и финской. Появились стратиграфические работы А. А. Алейникова (1950, 1953), который, кроме стадий оледенения, выделяет еще и осцилляции[1].

К 1956 г. была завершена обширная монография С. В. Яковлева «Основы геологии четвертичных отложений Русской равнины», в которой он приходит к выводу о восьмикратном оледенении Русской равнины. Эта точка зрения получила дальнейшее развитие в работах Н. И. Апухтина и С. В. Яковлевой[1].

В связи с возникшими разногласиями по стратиграфическому расчленению четвертичных отложений большое значение приобрело изучение опорных разрезов, особенно палеонтологических охарактеризованных морских межморенных отложений. При этом большое внимание было уделено мгинскому разрезу. К. К. Марков (1955), О. М. Знаменская (1955), М. А. Лаврова (1939, 1960), М. И. Гричук (1960) и другие исследователи подчеркивают возрастную тождественность мгинского и микулинского разрезов, в то время как С. В. Яковлева (1947, 1956) и И. М. Покровская (1950, 1954) считают мгинские отложения более молодыми[1].

Начиная с 1955 г., в связи с бурным ростом промышленного и гражданского строительства, а также для обеспечения развивающихся промышленности и сельского хозяйства минеральным сырьем и удобрениями,

широкий размах приобрели геологопоисковые и разведочные работы на различные виды полезных ископаемых. Завершается разведка ордовикских фосфоритоносных песков (А. М. Шатровская, Ю. И. Цветков, В. С. Сафаров, К. К. Хазанович и др.), известняков и доломитов (Р. А. Мазур, Г. И. Каторгин, М. А. Мартынов, В. Г. Реуданик, В. Г. Казнакова, Н. И. Наумова, А. Г. Григорьев, В. А. Филиппова и др.); значительно увеличиваются промышленные запасы огнеупорных глин (В. К. Кирсанов, Л. И. Константинова), горючих сланцев (Л. М. Хотин, А. С. Левин, В. М. Бурова и др.) и стекольных песков у ст. Неболчи (Д. Н. Левицкая, Т. С. Маркова, А. М. Шатровская и др.). Открыты и разведаны новые месторождения бокситов (А. А. Кальний, В. С. Кофман, П. В. Мошкова, Е. Д. Остромецкая, Л. И. Оскина, Е. И. Хавин и др.), доказана бокситоносность нижнекаменноугольных отложений в Южном Прионежье (В. С. Кофман)[1].

В связи со строительством Большого Ленинграда особое внимание было уделено поискам и разведке строительных материалов: песков (А. Г. Григорьев, Н. И. Наумова, Л. Г. Погудина, В. А. Тигин, Т. Э. Фрицман, А. А. Чернопятава и др.), керамических, керамзитовых и кирпичных глин (Б. В. Баланин, М. И. Белоусова, А. Г. Григорьев, Е. В. Демьянова, Г. Г. Петрова, З. П. Станиславская и др.), облицовочного и строительного камня (Л. И. Гольцман, С. С. Ильгин, В. Л. Куницын, Г. Г. Петрова, А. Г. Смирнова, В. А. Тигин, О. Е. Школин и др.), гипсов (А. Я. Осипов, Т. Э. Фрицман, Ю. И. Цветков и др.), минеральных красок (В. М. Куленкап, А. Н. Морозов, М. А. Урбановская и др.), материалов для дорожного покрытия (А. Г. Григорьев, В. В. Морозов, Н. И. Наумова, А. А. Петров, В. К. Плошкина, В. В. Ревин, В. А. Тигин, К. Ш. Фаткулин и др.) и т. п.[1].

После 1955 г. большой размах приобрели инженерно-геологические исследования, проводившиеся Северо-Западным геологическим управлением. Они ставили своей целью создание надежного инженерно-геологического обоснования для сооружения промышленных и жилых объектов, линии коммуникации, в том числе и метрополитена в пределах Большого



Ленинграда, а также обоснования для курортного и бытового строительства, водоснабжения и благоустройства зеленой зоны вокруг Ленинграда. В результате проведенных исследований составлены карты четвертичных отложений, геоморфологические, гидрогеологические и инженерно-геологические, получен новый фактический материал по стратиграфии, генезису и вещественному составу четвертичных отложений (Г. В. Григорьев, Е. А. Грейсер, З. М. Мокриенко, А. А. Сенюшов, Л. Ф. Соколова, М. Н. Стронская, Т. В. Усикова, С. Р. Шевченко и др.)[1].

В течение 60-годов продолжалось углубленное изучение четвертичных отложений и геоморфологии характеризуемой территории. Оно проводилось главным образом на базе геологических съемок и имело своей целью (кроме чисто научных задач) обоснование поисков разнообразных полезных ископаемых. Основное внимание при изучении четвертичных отложений уделялось их стратиграфическому расчленению, установлению стратиграфического положения основных маркирующих горизонтов четвертичного разреза (мгинские слои и др.), реконструкции палеогеографических условий территории в четвертичное время, происхождению современного рельефа и т. п. (Апухтин, 1961; Вигдорчик, 1961, 1962, 1965—1967; Бискэ, 1963; Котлукова, 1960, 1961; Лаврова, 1962; Малаховский, 1961, 1962, 1965, 1966; Малаховский, Арсланов; Старик, 1964; Малясова, 1961, 1965; Саммет, 1961, 1965; Яковлева, 1963а и др.)[1].

Результаты всех исследований по четвертичной геологии и геоморфологии обобщены в двух крупных монографиях. Первая — «Геология четвертичных отложений Северо-Запада европейской части СССР» — составлена группой авторов под редакцией Н. И. Апухтина и И. И. Краснова (1967). Вторая сводная работа, составленная под руководством Д. Б. Малаховского (1966 г.), является комплексом карт (четвертичных отложений, геоморфологическая, палеогеографическая) территории Ленинградской, Новгородской и Псковской областей с объяснительным текстом к ним. Хотя этими работами не решены все спорные вопросы стратиграфии четвертичных

отложений, все же были сделаны первые попытки увязать две стратиграфические схемы, реально существующие в настоящее время для рассматриваемого региона[1].

Геологические условия характеризуются залеганием, с поверхности, песков пылеватых, тонкозернистых и мелкозернистых – на глубину 2-8 м. Встречаются супеси пылеватые. Пески и супеси подстилаются суглинками пылеватыми, ленточными и слоистыми [1].

Согласно материалам инженерно-геологических изысканий, проведённых различными организациями, для строительства зданий и сооружений, выявлено, что в пределах верхней активной зоны, до глубины 10-20 м, под почвенно-растительным слоем залегают: торф, пески от пылеватых до среднезернистых, супеси с прослоями и линзами суглинков и песков различной зернистости.

Грунты в целом характеризуются пестрым литологическим составом, невыдержанным как по простиранию, так и по разрезу.

В геологическом строении принимают участие:

а) современные образования, представленные почвенно-растительным слоем, торфом, песками, супесями и суглинками с примесью органических веществ;

б) верхнечетвертичные отложения, представленные:

- верхневалдайскими озерно-ледниковыми песками разной крупности, супесями текучими и пластичными, суглинками от текучих до твердых; флювиогляциальными песками гравелистыми и гравийными грунтами; ледниковыми супесями пластичными и твердыми, суглинками мягко-тугопластичными и полутвердыми;
- средневалдайскими озерными (межстадиальными) песками мелкими и суглинками мягкопластичными с примесью органических веществ;
- нижневалдайскими озерно-ледниковыми песками мелкими и пылеватыми, суглинками мягкопластичными, твердыми и полутвердыми, супесями





окраина Балтийского щита представляла собой приподнятую область, на поверхности которой преобладали процессы субаэрального выветривания, денудации и сноса.

Начало накопления вендских отложений на северо-западе Русской плиты знаменует наступление нового этапа геологического развития, продолжавшегося в кембрийское и более позднее время. В целом этот этап охватывает весь палеозой, мезозой и кайнозой.

Судить о геологической истории за время от нижнего кембрия до четвертичного периода можно только предположительно.

Отложения балтийского комплекса, по-видимому существовали на исследуемой территории, но в последствии были размыты. Что касается осадков ордовика то, возможно, что и они имели место на данной территории, так как в соседних районах, развиты морские карбонатные фации ордовика, не указывающие на близость прибрежных фаций, вероятно, распространенных гораздо северо-западнее.

Осадки силурийского бассейнов, возможно, и не отлагались на территории современного перешейка, так как они даже в Прибалтике имеют ограниченное распространение.

В последующее время, от девона до четвертичного периода, Балтийский щит и Северо-Запад Русской платформы, а, следовательно, и наша территория испытывали поднятие. Накопления осадков не происходило; данная местность длительное время подвергалась размыву [1].

Четвертичная история рассматриваемого района тесно связана с гляциоизостатическими явлениями. Так, в ледниковые века эта территория испытывала значительное погружение под влиянием ледниковой нагрузки, в межледниковья же происходили компенсационные поднятия. Об этих колебательных движениях свидетельствует чередование водных осадков (морских и озерных) с моренами [3], [4].

В настоящее время происходит общий медленный подъем всей территории. Скорость поднятия на севере несколько больше, чем в южных

частях, что доказывается деформацией береговых уровней различных трансгрессий.

Судя по отчетливо выраженной террасированности, общее поднятие не было непрерывным.

Поднятия чередовались не только с периодами покоя, но и с периодами опускания [1].

### 1.3.2. Стратиграфия

Докембрийские кристаллические породы залегают глубоко под толщей палеозойских и четвертичных отложений, что наглядно видно из графических приложений (лист 1).

Среди докембрийских образований данного района наиболее широко распространен комплекс нерасчлененных интенсивно метаморфизованных толщ (гнейсы и сланцы), прорванных гранитами. Возраст этих гранитов и гнейсов до настоящего времени остается невыясненным, либо архейскими, либо протерозойским. Выделяемые (также условно) верхнепротерозойские породы, видимо, развиты здесь на небольшой площади.

#### Дочетвертичные горные породы

Архейские и нижнепротерозойские горные породы. Наиболее древние кристаллические горные породы относятся к нерасчлененной толще архейской группы и нижнепротерозойской подгруппы.

Нерасчлененные отложения спорного – архейского или протерозойского – возраста представлены плагиоклазовыми биотитовыми гнейсами, включающими пачки плагиоклазовых биотитовых сланцев, гранато-биотитовых и амфиболитовых порфиробластических полевошпатовых амфиболовых гнейсов. Мощность пачек варьируется в пределах от 1 до 40 м. Эти, вероятно, первично песчанистые, мергелистые, карбонатные и частью, возможно, сигматические породы, на протяжении архейского и протерозойского времени неоднократно испытывали метаморфизм, были мигматизированы и прорваны гранитами, в результате чего приобрели современный облик гнейсов, а на отдельных участках превращены в гранит-

мигматиты. Весь комплекс пород сложно дислоцирован, имея общее, северо-восточное простирание. Простирание на крыльях мелких складок изменяется в пределах северных румбов (СЗ 330° – СВ 25 – 30°)[1].

**Верхнепротерозойские горные породы.** Верхний протерозой в районе Санкт-Петербурга представлен комплексом морских осадочных пород, ранее относившихся к нижнему кембрию, и делится на два горизонта: гдовский и котлинский (или ламиноритовый).

*Гдовский горизонт* залегает непосредственно на кристаллическом фундаменте. Терригенные осадки гдовского горизонта перекрыты в восточной части района отложениями котлинского горизонта и четвертичными. Кровля отложений гдовского горизонта понижается на юго-восток. Мощность горизонта в среднем равна 80 м и достигает 100 и более метров. Представлен горизонт конгломератами, гравелитами, песчаниками, аргиллитоподобными глинами.

*Котлинский горизонт* имеет общий уклон в юго-восточном направлении. Полная мощность горизонта достигает 150 м, а в местах древних размывов она едва превышает 10 м. Залегает горизонт на гдовских песчаниках, а там, где они отсутствуют, на кристаллическом фундаменте, непосредственно под четвертичными отложениями. Котлинский горизонт представлен толщей слоистых аргиллитоподобных глин зеленовато- и голубовато-серого цвета с маломощными прослоями песчаников. В минеральном составе глин преобладают гидрослюды и каолинит. В значительных количествах (до 25%) содержится кварц.

**Нижнекембрийские горные породы.** Нижний кембрий в районе Санкт-Петербурга представлен двумя свитами: ломоносовской и лонтовасской. Породы нижнего кембрия распространены в основном в южной части территории и залегают на глинах котлинского горизонта непосредственно под четвертичными отложениями или с поверхности.

*Ломоносовская свита* представлена толщей светло-серых и зеленовато-серых кварцевых песчаников с прослоями голубовато-серых глин. Мощность песчаников не превышает 30м.

*Лонтовасская свита* залегает непосредственно под четвертичными отложениями. В южной части территории эти породы выходят на дневную поверхность. Мощность свиты в районе Санкт-Петербурга достигает 60 м. Представлена лонтовасская свита голубовато- и зеленовато-серыми тонкослоистыми глинами с редкими маломощными (до 0,25) прослоями светло-серых мелкозернистых песчаников. В минеральном составе глин преобладают гидрослюды с примесью монтмориллонита [10].

### **Четвертичные образования**

**Среднечетвертичные горные породы.** К среднечетвертичным образованиям относятся ледниковые, флювиогляциальные и озерно-ледниковые отложения днепровского и московского горизонтов.

*Днепровские отложения*, как правило, приурочены к понижениям (размывам) в дочетвертичных породах и залегают непосредственно на них. Максимальные мощности (более 40 м) приурочены к размывам в дочетвертичных породах.

*Ледниковые отложения* представлены суглинками и глинами коричневатого и зеленовато-серого цвета с включениями гравия, гальки и валунов кристаллических пород. Реже встречаются обломки и окатыши дочетвертичных песчаников и глин. В минеральном составе песчано-пылеватых фракций преобладают кварц и полевой шпат, а глинистая фракция почти полностью состоит из каолинита.

*Флювиогляциальные отложения* представлены песками средней крупности, реже мелкими, крупными и гравелистыми с включениями гальки и валунов. По минеральному составу пески кварцевые и полевошпатово-кварцевые.

*Озерно-ледниковые отложения* представлены тонкослоистыми пылеватыми суглинками и глинами, реже супесями и однородными песками.



По минеральному составу глинистой фракции суглинки и глины гидрослюдистые и монтмориллонитовые. В составе песчано-пылеватых фракций глинистых отложений, а также в песках преобладают кварц и полевой шпат [5].

*Московские отложения* в большинстве зафиксированных случаев залегают на дочетвертичных породах и лишь иногда - на размытых флювиогляциальных и озерно-ледниковых отложениях днепровского горизонта. Максимальные их мощности (до 50 м) приурочены к древним размывам в дочетвертичных породах [10].

*Верхнечетвертичные отложения.* К верхнечетвертичным горным породам относится комплекс межледниковых, ледниковых, стадияльных и позднеледниковых отложений.

*Микулинский межледниковый горизонт.* Микулинские межледниковые отложения залегают на размытой поверхности московского горизонта на различных глубинах.

*Морские отложения.* Сохранению этих осадков способствовало наличие глубоких депрессий в рельефе палеозойских и докембрийских пород [5].

Литологический состав описываемых отложений разнообразен. В некоторых местах эта толща состоит из галечников и наслоений гравия или представляет собой сложное переслаивание осадков самого разнообразного гранулометрического состава.

Какой-либо закономерности в распределении осадков различного гранулометрического состава в зависимости от их гипсометрического положения не наблюдается[10]

*Курголовские и верхневолжские (нерасчлененные) стадияльные отложения* распространены на территории Санкт-Петербурга почти повсеместно и залегают на микулинских или более древних отложениях. Как правило эти отложения имеют небольшую мощность, в древних размывах и

понижениях достигающую 10-20 м. Комплекс представлен озерно-аллювиальными отложениями различного состава - от галечников до глин [3].

*Ледниковые отложения лужской стадии валдайского оледенения* развиты повсеместно. В общих чертах лужская морена повторяет рельеф подстилающих грунтов. Мощность ледниковых отложений колеблется в значительных пределах: в депрессиях она значительна и достигает 35-40м, вне депрессий в среднем не превышает 10м. Отложения представлены суглинками, реже супесями и глинами с включениями гравия, гальки и валунов кристаллических пород различного петрографического состава, с обломками песчаника и отторженцами кембрийской глины.

*Флювиогляциальные отложения лужской стадии* имеют ограниченное распространение. Встречаются в центральной части района и приурочены к депрессиям в кровле лужской морены. Представлены они песками различной крупности с включениями гравия и гальки. Средняя мощность около 3,5 м.

*Охтинские межстадиальные отложения* распространены в виде подковообразной полосы, открытой в сторону Финского залива и огибающей приустьевую часть Невы. Представлены супесями, реже песками слоистыми и неслоистыми, иногда ленточными. По генезису это озерно-ледниковые и озерные отложения, залегающие между двумя моренами - лужской и невской - на глубинах до 15 м. Мощность отложений меняется в широких пределах: от 5 - 10 м в восточной и южной частях территории Санкт-Петербурга до 55м в районе Южковской возвышенности [10].

*Ледниковые отложения невской стадии валдайского оледенения* имеют спорадическое островное распространение и значительную мощность, обычно 2 - 3 м. Залегают невская морена на отложениях охтинского межстадиала и перекрыта отложениями I балтийского ледникового озера. Представлена она супесями, реже суглинками с гравием, галькой и валунами кристаллических пород.

*I балтийское ледниковое озеро.* Озерно-ледниковые отложения I балтийского ледникового озера распространены весьма широко. Они почти

сплошным плащом покрывают лужскую морену, в основном повторяя неровности рельефа. Представлены ленточными, слоистыми, неяснослоистыми и неслоистыми глинистыми отложениями, реже песками различной крупности. Залегают на различных глубинах и отметках. Мощность озерно-ледниковых отложений достигает 19 и более метров, а в среднем она близка к 6 м.

Главным породообразующим минералом в составе песчаных и пылеватых фракций озерно-ледниковых отложений является кварц. В значительных количествах присутствуют слюдистые и рудные минералы.

*Отложения I иольдиевого моря* представлены супесями и песками различной крупности, реже суглинками и органогенными осадками. Распространены в основном в северной половине города и частично по его восточной окраине. Залегают на различных глубинах до 15 м. Мощность этих отложений достигает 11 - 15 м, а в среднем составляет 3,7 м.

*Отложения II балтийского ледникового озера* распространены преимущественно в северной половине города. Представлены в основном песками различной крупности и редко глинистыми породами: супесями и суглинками ленточными, слоистыми и не слоистыми. Залегают на сравнительно небольших глубинах (до 10 м) и часто выходят на дневную поверхность. Мощность их невелика, редко достигает 10 м, в среднем она равна 1,5 м.

*К современным четвертичным отложениям* относятся послеледниковые отложения II иольдиевого моря, анцилового озера, литоринового и древнебалтийского морей, а также комплекс современных образований - морские, аллювиальные, болотные и техногенные.

*Отложения II иольдиевого моря* имеют весьма ограниченное распространение, в основном в северо-западной части района (Лахтинская котловина). Представлены они суглинками, реже супесями пылеватыми серыми с зеленоватым оттенком, с примесью органических остатков и редкими линзами песка. Залегают они на ленточных отложениях или на

морене на глубинах от 1,5 до 7 м. Мощность их невелика и в среднем составляет 3 м.

*Отложения анцилового озера* в виде отдельных пятен встречаются на северо-западе и на юге района, а также в центральной его части. Представлены они песками, супесями и суглинками серыми и темно-серыми с растительными остатками, прослоями торфа, заторфованных супесей и суглинков. Имеют не постоянную и в целом небольшую мощность, равную в среднем 1,8 м.

*Отложения литоринового моря* распространены довольно широко. Представлены песками различной крупности, супесями и суглинками. Все разновидности, как правило, содержат неравномерно распределенные органические остатки, встречаются гнезда, линзы и прослои торфа. Залегают литориновые отложения в большинстве случаев на ленточных отложениях. С поверхности они перекрыты современными органогенными или техногенными отложениями. Средняя их мощность равна 4,2 м.

*Древнебалтийские морские отложения* встречены лишь по северному побережью Финского залива, в районе Лахтинской котловины. Представлены песками мелкими и пылеватыми, реже крупными, а также супесями.

*Современные морские и аллювиальные отложения* имеют ограниченное распространение и незначительную мощность. Морские пески, супеси и суглинки отмечены в районе Лахтинской котловины, на островах в дельте Невы и на дне Финского залива. Аллювиальные пески и супеси встречаются главным образом в русле Невы, а также более мелких рек и ручьях.

*Современные болотные отложения* приурочены к торфяным массивам, имеющим довольно широкое распространение на исследованной территории. Мощность торфа в отдельных пунктах достигает 6 и более метров, а в среднем она равна 1 м.

*Техногенные образования в пределах района Санкт-Петербурга* распространены довольно широко. Представлены насыпными, намывными, а также перекопанными местными грунтами. Состав техногенных отложений



весьма разнообразен. В основном это песчаные и глинистые грунты с примесью строительного и бытового мусора [5].

### 1.3.3. Тектоника

О строении кристаллического фундамента рассматриваемой области имеется весьма мало данных. Наличие двух комплексов резко различно метаморфизованных пород позволяет предполагать пока только двух ярусное строение исследуемой области докембрия [1].

В общем структурно-тектоническом плане рассматриваемый регион, сложенный докембрийскими породами, попадает в пределы Восточно-Финляндской синклинойной структурной зоны протерозойской складчатой области карелид [1].

Нижний структурный ярус здесь образован наиболее древними сложноскладчатыми толщами биотитовых, гранато-биотитовых и других гнейсов невыясненного архейского или нижнепротерозойского возраста. Эти толщи имеют общее север - северо-восточное простирание и собраны в мелкие складки.

В верхнепротерозойское время, к началу развития протерозойской платформы, рассматриваемая область уже представляла собой жесткий массив, на котором во впадинах формировались, залегая с резким угловым несогласием на породах нижнего яруса, почти горизонтальные толщи верхнего структурного этажа - слабо метаморфизованные песчаники, условно отнесенные к свите хогландия.

Последовавшие за отложениями этой свиты тектонические нарушения и связанные с этим периодом внедрение интрузий, условно относимых к группе гранитов рапакиви, сопровождались расколами кристаллического фундамента. В верхнем ярусе, в песчаниках свиты хогландия, трещины выполнены пегматитом, позднее также брекчированным.

Простирание зон дробления преимущественно северо-восточное, видимо, совпадало с общим направлением движения магматических масс гранитов рапакиви с юго-запада на северо-восток.

После длительного перерыва, фиксирующегося образованием мощной коры выветривания, толщи песчаников и интрузий верхнего протерозоя, как и другие докембрийские породы, были трансгрессивно перекрыты осадками гдовского горизонта венда [1].

Направление падения гдовского горизонта, определенное по кровле четвертичной пачки, прослеживающейся на большей части территории, совпадает с направлением склона кристаллического фундамента. Абсолютные отметки кровли этой пачки колеблются от +15 на северо-западе и до -102,5 м, на юго-востоке.

Уклон гдовского горизонта, определенный по кровле четвертичной пачки колеблется от 2,0 до 2,45 м на 1 км, т.е. близок к углу наклона кристаллического ложа.

Новейшая тектоника проявилась в формировании крупных впадин. Тектонические движения происходили в миоцене, по аналогии с районами Скандинавии, где с тектоникой этого времени связаны нарушения в залегании третичных отложений [1].

В настоящее время недостаточно ясен характер нарушений, обусловивших возникновение впадин. Большинство исследователей они квалифицируются как грабены [1].

#### **1.3.4. Геоморфология**

В современном рельефе изучаемая территория относится к Приневской низменности. Она представляет собой абразионно-аккумулятивную равнину, ступенчато нисходящую к Финскому заливу и р. Неве. Ширина низменности достигает 35-50 км, а высота ее склонов, имеющих вид крутых уступов, колеблется от 40 до 100 м. Отметки поверхности Приневской низменности не превышают 25-30 м над уровнем моря. Сложена она толщей четвертичных отложений, залегающих на верхнепротерозойских и нижнекембрийских глинах [10].

Изучаемый район относится к провинции аккумулятивного ледникового и водноледникового рельефа последнего оледенения. Рельеф подавляющей

части рассматриваемой территории связан с деятельностью последнего ледникового покрова и претерпел сравнительно незначительные изменения в послеледниковое время. Несомненно, что в течение всего периода существования активного ледника наряду с аккумуляцией имело место и ледниковое выпахивание. Об этом свидетельствуют ледниковые отторженцы - глыбы, достигающие размеров в несколько квадратных км; присутствие валунов местных пород и локальных морен, в которых содержание палеозойских отложений весьма значительно; очень ограниченное распространение четвертичных осадков довалдайского возраста. Однако, несмотря на то что в настоящее время весьма трудно оценить денудационную деятельность ледника и сравнить ее с аккумулятивной, представляется, что последняя в данном районе превалировала, поскольку рельеф в целом является аккумулятивным.

Рельеф данной провинции сформировался за счет как собственной аккумуляции ледника, так и деятельности его талых вод; при этом не смотря на то что, судя по многочисленным скважинам, в разрезе отложений последнего оледенения преобладает морена, разнообразие форм рельефа связано главным образом с осадками талых ледниковых вод.

Если рассматривать более детально, то изучаемый район относится к Балтийско-Ладожской области проксимальной зоны.

Проксимальная зона - аккумулятивные и абразионные равнины и изолированные аккумулятивные возвышенности.

Рельефу этой территории при всем его разнообразии свойственны следующие общие черты.

- Широкое развитие аккумулятивных озерно-ледниковых равнин.
- Спорадическое распространение холмистого аккумулятивного ледникового и водно-ледникового рельефа в виде обособленных массивов или отдельных гряд, преимущественно радиальных.
- Наличие крупных озерных котловин - Ладожской, Онежской.

Образование рельефа проксимальной зоны связано с регрессивным этапом валдайского оледенения, когда благодаря усиленному таянию льда и наличию «плотины» главного конечно-моренного пояса перед краем ледника образовались обширные региональные водоемы, существовавшие вплоть до полного освобождения территории из-под льда.

Балтийско-Ладожская область - аккумулятивные террасированные равнины, приуроченные к впадине дочетвертичного рельефа, ограниченного с юга уступом (глинтом).

Указанная область располагается в пределах обширного понижения доледниковой поверхности, характеризуется весьма однородным равнинным рельефом, формирование которого связано главным образом с аккумулятивной деятельностью позднее- и послеледниковых водоемов.

Поверхность дочетвертичного субстрата представляет собой денудационную равнину с отметками от 25-30 до 40-50 м, наклоненную к юго-востоку и югу, где она ограничена уступом ордовикской куэсты (глинтом).

Денудационная Балтийско-Ладожская впадина выработана в песчано-глинистых отложениях верхнего протерозоя и нижнего кембрия. Низкое залегание кровли доледниковых отложений, значительная расчлененность подстилающего рельефа способствовали консервации мощной толщи осадков, преимущественно водных: позднеледниковых московских и валдайских образований и т.д.

### **О происхождении современного рельефа**

Рельеф представляет собой результат длительной геологической истории данной территории и в генетическом отношении, является



многоярусным; при этом каждый ярус соответствует определенному периоду рельефообразования.

Довалдайский ярус рельефа является денудационным, в связи с чем время его образования определяется разницей в возрасте пород, слагающих его поверхность (наиболее молодые - карбоновые, пермские) и перекрывающих ее (валдайские).

Поверхность этого яруса, на преобладающей части территории, представляет собой систему куэст, происхождение которых связано с размывом моноклинально падающих палеозойских пород различного литологического состава. Наиболее крупными элементами рельефа является Карбоновое плато, Кембрийская низина, Девонская низина, Ордовикское плато.

Значение денудации, как основного рельефообразующего фактора рассматриваемого периода, сохранились и на его заключительных этапах, связанных с покровными оледенениями; деятельность ледниковых покровов выражалась как в аккумуляции обломочного материала, так и в экзарации подстилающей поверхности, однако последняя в целом преобладала.

Доголоценовый ярус. Формирование этого яруса рельефа связано с ледниковой и водноледниковой аккумуляцией периода максимального развития и отступления валдайского оледенения; таким образом, возраст яруса определяется возрастом слагающих его осадков.

Следует отметить, что ледниковый рельеф рассматриваемой территории является разновозрастным, поскольку связан с различными стадиями валдайского оледенения[2]

Указанный период характеризуется весьма значительной скоростью рельефообразования. За столь короткий с точки зрения геологической истории промежуток времени был создан мощный ярус рельефа, качественно отличный от предыдущего, как в генетическом отношении, так и по морфологии [10].

В целом преобразование поверхности первого яруса свелось к заполнению и нивелировке ее отрицательных форм и росту положительных. Поэтому общая амплитуда и орографический план рельефа существенно не изменились, однако значительно возросла мелкая расчлененность последнего за счет холмистых и линейных аккумулятивных образований. Для подавляющей части территории поверхность этого яруса и является современной, так как формирование последнего, третьего яруса рельефа еще находится на первых стадиях своего развития [2].

Современный ярус рельефа распространен спорадически. Современный рельеф Приневской низменности и прилегающих районов окончательно сформировался во время последнего, валдайского оледенения и последовавших за ним поздне- и послеледниковья. Формы рельефа, связанные с более древними оледенениями, перекрыты или уничтожены при наступлении ледников последнего оледенения.

После освобождения Приневской низменности от льдов последнего оледенения дальнейшее формирование рельефа здесь шло под влиянием абразионной и аккумулятивной деятельности водных бассейнов, покрывавших территорию района: приледниковых озер, двух иольдиевых морей, анцилового озера, литоринового и древнебалтийского морей.

Особенности природного ландшафта и его окрестностей связаны с развитыми здесь гидрографической сетью и торфяниками. Главной водной артерией района является р. Нева [10].

#### **1.4 Гидрогеологические условия**

В гидрогеологическом разрезе рассматриваемой территории выделяются следующие основные водоносные горизонты и комплексы:

- первый от поверхности водоносный горизонт;
- межморенный комплекс (в составе верхнего и нижнего межморенных горизонтов);
- ломоносовский горизонт;
- гдовский водоносный горизонт;

Первый от поверхности водоносный горизонт имеет спорадическое распространение и приурочен, в основном, к современным отложениям, залегающим с поверхности, а также к маломощным песчаным прослоям в ленточных глинах и суглинках верхнечетвертичных отложений.

Водовмещающие отложения представлены супесями и песками, преимущественно мелкими и пылеватыми, мощностью до первых метров. Вертикальная фильтрация в прослоях ленточных глин ничтожно мала по сравнению с движением в плановом потоке, преобладающие значения коэффициента фильтрации песчаных прослоев составляет менее 0.1м/сут. В связи с этим, толщу ленточных глинистых отложений на рассматриваемой территории, в целом, допустимо отнести к относительно водоупорной.

Зеркало грунтовых вод залегает на преобладающей глубине 0-0.5 м. Питание грунтовых вод осуществляется за счет атмосферных осадков, разгрузка происходит в реки Неву и Ижору. По химическому составу грунтовые воды пресные, гидрокарбонатного состава. В связи с локальным их распространением на рассматриваемой территории и не перспективностью для целей водоснабжения, фильтрационные свойства и особенности химического состава не изучались.

Режим грунтовых вод - естественный. Амплитуда годовых колебаний составляют 0.4 -1.5 м, уровни устанавливаются на глубине 0.5 -1.0 м [1].

Межморенный водоносный комплекс приурочен к площади развития системы древних погребённых долин, протягивающихся преимущественно в широтном направлении, и представлен верхним и нижним межморенными горизонтами. Разделяющий межморенные горизонты водоупорный слой московской морены, не выдержан по площади и в разрезе, что обуславливает гидравлическую взаимосвязь горизонтов.

Верхний межморенный водоносный горизонт в пределах рассматриваемой территории залегает на глубинах 15-35 м непосредственно под лужской мореной и подстилается глинистыми образованиями московской морены. Водовмещающие породы, мощностью от первых метров вблизи

границ распространения горизонта до 30 м на остальной территории, представлены преимущественно мелко- и среднезернистыми песками, с гравийно-галечными включениями, отмечаемыми в подошве водоносного горизонта. Водообильность верхнего межморенного горизонта характеризуется удельными дебитами скважин 2.2-2.8 л/с.

Разгрузка осуществляется в р. Неву. Уровни подземных вод устанавливаются на абсолютных отметках 2-5 м, понижаясь в сторону Невы. Преобладающее направление движения подземного потока с запада-юго-запада на восток-северо-восток.

Нижний межморенный водоносный горизонт залегает на глубинах 80-85м под отложениями московской морены или непосредственно под верхним межморенным горизонтом, подстилается валунными суглинками днепровской морены или нижнекембрийскими глинами. Водовмещающие породы представлены песками различной зернистости, мощностью от первых метров вблизи границ распространения горизонта до 30-35 м в тальвеговой части древних долин. Водообильность горизонта характеризуется удельными дебитами скважин до 6.9-9.4 л/с.

Характерной особенностью химического состава вод всей толщи межморенного комплекса, независимо от глубины, является повышенное содержание железа, составляющее 4.3-9.2 г/дм<sup>3</sup>.

Ломоносовский водоносный горизонт залегает на глубине 80-90м, представлен песчаниками, иногда песками, с прослоями глин мощностью 10-15м. От вышележащего межморенного водоносного комплекса отделён глинистой толщей нижнекембрийских отложений лонтовасского горизонта; в тальвеге древних долин (где глины полностью размыты) - валунными суглинками днепровской морены. В связи с небольшой мощностью морены (не превышающей первых метров), в пределах узкой полосы переуглублённой части долин наблюдается гидравлическая связь подземных вод межморенного комплекса и ломоносовского горизонта. Это подтверждается увеличением минерализации подземных вод с глубиной. Водообильность водовмещающих

отложений весьма низкая, удельные дебиты скважин обычно не превышают сотых долей литра в секунду.

Горизонт напорный, величина напора составляет предположительно 60-70 м. По химическому составу подземные воды хлоридные или хлоридно-гидрокарбонатные, солоноватые с минерализацией 1.7-2.5 г/дм<sup>3</sup>. В пределах рассматриваемой территории ломоносовский горизонт не имеет практического значения для крупного водоснабжения ввиду небольшой мощности и весьма слабой водообильности.

Гдовский водоносный горизонт. Водовмещающими породами является вся песчано-алевролитовая толща гдовского горизонта, разделяющаяся по литологическим особенностям на три пачки: нижняя - песчано-алевролитовая, средняя - алевролитоглинистая и верхняя - алевролитопесчаная.

Все пачки имеют прослои водоносных песчаников. Наиболее водообильна I пачка, в нижней части которой залегают слабые мелко и тонкозернистые песчаники мощностью от 3,5 до 8,0м. Вся толща гдовского горизонта трещиноватая.

Кровля гдовского горизонта залегает на глубине 35,0-85м, на абсолютных отметках от плюс 25м до минус 83м, понижаясь с северо-запада на юго-восток.

Полная мощность гдовского горизонта изменяется от 64м до 114м.

Воды напорные, трещино-порово-пластовые. Величина напора до начала эксплуатации подземных вод в условиях ненарушенного режима изменялась от 80 до 32м, на абсолютных отметках плюс 5-17м. В настоящее время произошло значительное снижение напоров под влиянием местной эксплуатации и развитие депрессионной воронки со стороны Санкт-Петербурга.

Режим уровней подземных вод определяется преимущественно сезонной их эксплуатацией.

Водообильность гдовского горизонта в исследуемом районе пестрая: удельные дебиты скважин изменяются от 0,1л/сек до 1,2л/сек, преобладают



0,3-0,5л/сек. Наиболее водообильной является Ипачка. Коэффициент водопроницаемости изменяется от 30,3м<sup>2</sup>/сут до 107м<sup>2</sup>/сут.

Питание водоносного горизонта (область создания высоких напоров) находится на Центральной возвышенности Карельского перешейка.

Минерализация вод увеличивается с северо-запада на юго-восток от 240мг/л до 5-6г/л в Санкт-Петербурге. Состав воды меняется от гидрокарбонатного натриевого, хлоридно-гидрокарбонатного натриевого до хлоридного натриевого [5].

### **1.5 Геологические процессы и явления**

На территории Всеволожского района к геологическим и инженерно-геологическим процессам относятся:

*Сейсмичность.* Согласно картам общего сейсмического районирования ОСР-2015 «Список населенных пунктов Российской Федерации, расположенных в сейсмических районах, с указанием расчетной сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности – А (10%), В(5%), С(1%) в течение 50 лет», район г. Санкт-Петербурга по картам С (1%) оценивается в 5 баллов.

В соответствии с картой сейсмического районирования России ОСР – 2015 – А, интенсивность землетрясений в районе изысканий оценивается в 5 баллов

*Морозное пучение грунтов.* Нормативная глубина сезонного промерзания для суглинков пылеватых туго- и мягкопластичных – 0,99 м, для насыпных грунтов – 1,20 м (рассчитана по формуле 5.3 СП 22.13330.2011 и по данным СП 131.13330.2012).

В соответствии с табл. Б. 27 ГОСТ 25100-2011 грунты по степени пучинистости:

- насыпные грунты (слой 1) – сильнопучинистые;
- суглинки пылеватые туго- и мягкопластичные (слои 2,3) – среднепучинистые.

## **1.6 Общая инженерно-геологическая характеристика района**

Всеволожский муниципальный район расположен в юго-восточной части Карельского перешейка. Территория Всеволожского муниципального района равнинная, местами холмистая. Климат характеризуется умеренно теплым летом и продолжительной, неустойчивой, с частыми оттепелями зимой.

Инженерно-геологические условия территории Всеволожского района достаточно хорошо изучены.

В геологическом строении территории принимают участия архейские, протерозойские, кембрийские, четвертичные отложения.

В пределах исследуемого района происходит последовательная смена комплексов пород осадочного чехла на дочетвертичном срезе от более древних к более молодым, что нашло отражение в формах дочетвертичного и современного рельефа.

Так, в пределах Предглинтовой низменности залегают вблизи от поверхности земли или выходят на нее породы венда и кембрия, в пределах Ордовикского плато, главного Девонского поля (Девонской равнины) и Карбонового плато – соответственно ордовикские, девонские и каменноугольные образования. Суммарная мощность осадочных пород палеозоя и протерозоя на большей части Ладожской моноклинали не превышает 1200 – 1300 м, но в авлакогенах и грабенах она увеличивается и, возможно, достигает 3 – 4 км и более.

С поверхности древние осадочные породы перекрыты чехлом четвертичных образований различной мощности: от первых метров на отдельных участках Ордовикского плато до 150 – 230 м в древних погребенных долинах.

Четвертичные осадки практически повсеместно перекрывающие коренные палеозойские и протерозойские породы на большей части территории области представлены, в основном, ледниковыми и

водноледниковыми образованиями - глинами, суглинками, супесями и песчано-гравийно-валунными смесями.

Современные озерные, болотные, аллювиальные, морские и эоловые образования развиты значительно слабее и занимают небольшие площади, за исключением болот.

С ледниковыми и озерноледниковыми отложениями связаны месторождения строительных материалов – кирпичных глин, строительных песков и песчано-гравийно-валунных смесей, а с современными – морскими, озерными и болотными – залежи песков, сапропеля, лечебных грязей, торфа, минеральных красок.

Условия строительства на исследуемой территории достаточно сложные и разнообразные, что обусловлено:

- близким (0-2 м) залеганием уровня грунтовых вод на большей ее части;
- широким развитием на всей территории области процессов заболачивания и заторфовывания, поскольку торф не может служить основанием фундаментов;
- широким развитием грунтов с пониженной несущей способностью и слабых, (озёрно-ледниковых, в меньшей мере озёрных отложений);
- сильнопересечённым холмисто-моренным и камовым рельефом;
- затоплением паводками пойменных и пониженных участков первых надпойменных террас в долинах рек.

Поскольку при освоении территории приходится иметь дело с отложениями, залегающими до глубины 10 – 20 м от поверхности, наибольший практический интерес представляет районирование территории по литологическому составу и физическим свойствам самой верхней их части, представленной преимущественно четвертичными образованиями[7].

## **II. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ**

Участок проектируемых работ расположен в г. Кудрово Всеволожского района.

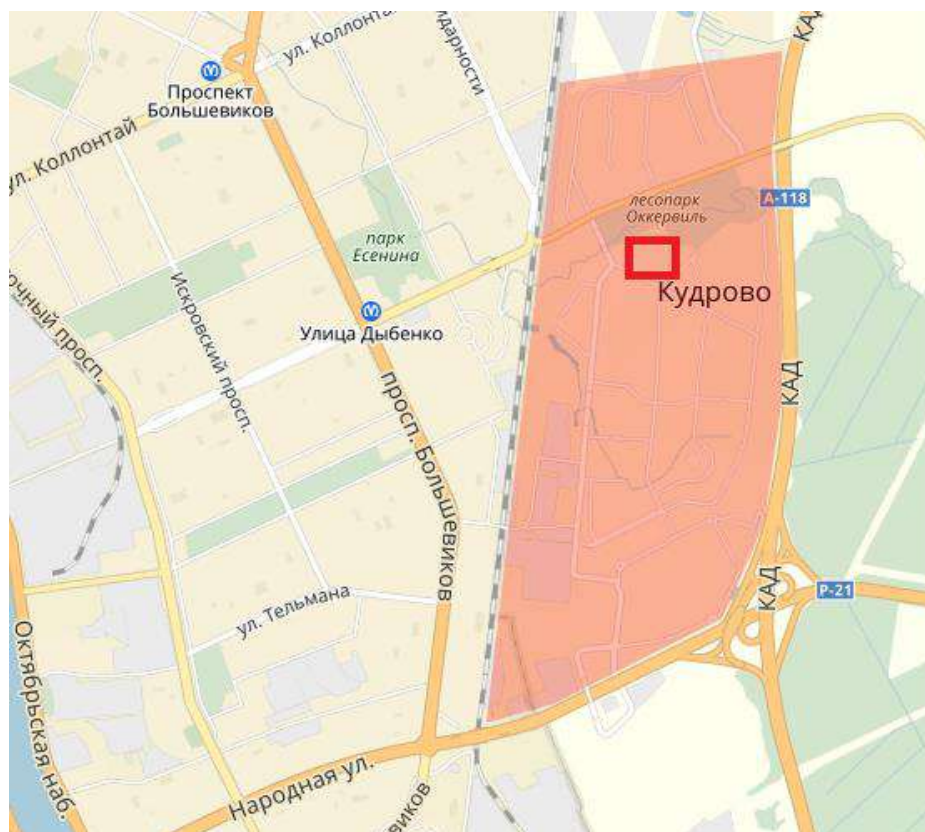


Рисунок 6 Административное положение г. Кудрово

### **2.1 Рельеф участка проектируемых работ**

Геоморфологически участок изысканий входит в пределы Приневской низины.

Микрорельеф непосредственно участка изысканий слабо наклонный: перепады высот незначительные, абсолютные отметки поверхности колеблются в интервале +3,85-+9,05 м. На момент проведения изысканий участок работ находится в районе застройки жилого квартала, территория частично спланирована [17].

## **2.2 Состав грунтов, условия их залегания и закономерности изменчивости**

В геологическом строении участка в пределах глубины бурения 45,0м принимают участие пять стратиграфо-генетических комплексов:

1) Современные техногенные отложения (*t IV*), в пределах площадки работ насыпные грунты развиты участками, залегают с поверхности. Мощность насыпных грунтов составляет 0,7 – 4,3 м. Данные грунты имеют неоднородный состав, обладают неоднородными свойствами по глубине и простиранию. Сложены супесями, суглинками со строительным мусором, щебнем. Залегают с поверхности до глубины 0,7– 4,2 м;

2) Верхнечетвертичные озерно-ледниковые отложения (*lg III*), в пределах площадки изысканий представлены суглинками ленточными и слоистыми, супесями и песками пылеватыми, мощность отложений 5,3 – 24,3 м;

3) Верхнечетвертичные ледниковые отложения (*g III*), представлены супесями и суглинками пылеватыми, с включениями гравия и гальки, распространены повсеместно, мощность отложений 1,3 – 15,2 м;

4) Средне-верхнечетвертичные нерасчлененные озерно-ледниковые отложения (*lg II-III*), сложены суглинками тиксотропными. Установленная мощность составляет 6,0 – 13,2 м;

5) Среднечетвертичные ледниковые отложения (*g II*), Супеси песчанистые, твердые, с гравием, галькой до 10-20%. Установленная мощность составляет 5,9 – 11,9 м.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунта в разрезе для пылеватых суглинков пылеватых тугопластичной и мягкопластичной консистенции составляет 0,99 м, для насыпных грунтов – 1,20 м [15].

## **2.3 Физико-механические свойства грунтов**

Предварительно на соседствующем участке были проведены изыскания ООО «ИЦ «Изыскатель» и на основании архивных данных были получены данные о физико-механических свойствах грунтов



### **2.3.1. Характеристика физико-механических свойств и закономерности их пространственной изменчивости**

На исследуемой толще 45 м в строении разреза принимают участие пять стратиграфо-генетических комплексов: современные техногенные отложения (*t IV*); верхнечетвертичные озерно-ледниковые отложения Балтийского ледникового озера (*lg III b*); верхнечетвертичные ледниковые отложения (*g III*), средне-верхнечетвертичные озерно-ледниковые отложения нерасчлененные (*lg II-III*), среднечетвертичные моренные отложения (*g II*). Результаты представлены в графических приложениях, лист 2.

Предварительно на исследуемой площадке можно выделить 10 слоев.

#### **Четвертичная система (Q)**

##### ***Современные техногенные образования (tIV)***

Техногенные образования на участке работ представлены супесями и суглинками со строительным мусором.

В связи с неоднородностью состава, и тем, что при строительстве данные грунты подлежат выемке (планировочные работы) и не будут служить основанием сооружений, механические характеристики данного грунта не изучались.

**Слой 1.** Насыпные грунты: супеси. Суглинки со строительным мусором, щебнем. Давность отсыпки более 3 лет [17].

##### ***Верхнечетвертичные отложения (QIII)***

##### ***Озерно-ледниковые отложения (lgIII)***

Озерно-ледниковые отложения представлены дисперсными, связными, осадочными лимно-гляциальными суглинками ленточными и слоистыми текучепластичными.

**Слой 2.** Суглинки тяжелые с прослоями лёгких, пылеватые, тугопластичные (по показаниям конуса Бойченко (Cb) тугопластичные), коричневые, с прослоями песка [17]

Таблица 2– Основные физические показатели по слою грунта №2

Природная влажность, W, д.е	Влажность на границе текучести, W <sub>L</sub> , д.е	Влажность на границе раскатывания, W <sub>P</sub> , д.е	Число пластичности	Показатель текучести
0,258–0,330	0,339 – 0,408	0,202 – 0,255	0,104 – 0,162	0,4

Модуль деформации по данным компрессионных испытаний при естественной влажности 11,95 МПа.

По данным одноплоскостного среза при естественной влажности угол внутреннего трения равен 17°, удельное сцепление равно 25 кПа.

**Слой 3.** Суглинки легкие, пылеватые, мягкопластичные с прослоями текучепластичных (по С<sub>б</sub> мягкопластичные) коричневые, с прослоями песка.

Таблица 3– Основные физические показатели по слою грунта №3

Природная влажность, W, д.е	Влажность на границе текучести, W <sub>L</sub> , д.е	Влажность на границе раскатывания, W <sub>P</sub> , д.е	Число пластичности	Показатель текучести
0,218 – 0,323	0,247-0,356	0,161 – 0,256	0,075 – 0,121	0,7

Модуль деформации по данным компрессионных испытаний при естественной влажности 8,13 МПа.

По данным одноплоскостного среза при естественной влажности угол внутреннего трения равен 20°, удельное сцепление равно 18 кПа[17]

**Слой 4.** Суглинки тяжелые, пылеватые, текучепластичные с прослоями текучих (по С<sub>б</sub> мягкопластичные), коричневые, ленточные.

Таблица 4– Основные физические показатели по слою грунта №4

Природная влажность, W, д.е	Влажность на границе текучести, W <sub>L</sub> , д.е	Влажность на границе раскатывания, W <sub>P</sub> , д.е	Число пластичности	Показатель текучести
0,349 – 0,428	0,303-0,423	0,187 – 0,269	0,091 – 0,175	0,97

Модуль деформации по данным компрессионных испытаний при естественной влажности 6,24 МПа.

По данным одноплоскостного среза при естественной влажности угол внутреннего трения равен 16°, удельное сцепление равно 10 кПа[17]

**Слой 5.** Супеси пылеватые, пластичные (по С<sub>б</sub> мягкопластичные), серые, тиксотропные, с прослоями песка.

Таблица 5– Основные физические показатели по слою грунта №5

Природная влажность, W, д.е	Влажность на границе текучести, W <sub>L</sub> , д.е	Влажность на границе раскатывания, W <sub>p</sub> , д.е	Число пластичности	Показатель текучести
0,349 – 0,428	0,155 – 0,209	0,189 – 0,245	0,046 – 0,07	0,77

Модуль деформации по данным компрессионных испытаний при естественной влажности 7,85 МПа.

По данным одноплоскостного среза при естественной влажности угол внутреннего трения равен 23°, удельное сцепление равно 15 кПа[17]

**Слой 6.** Пески пылеватые, плотные. Серые, насыщенные водой, с прослоями супеси.

По усредненному гранулометрическому составу пески пылеватые, однородные.

#### ***Ледниковые отложения (gIII)***

Ледниковые отложения представлены дисперсными, связными, осадочными гляциальными супесями и суглинками тугопластичными.

**Слой 7.** Супеси пылеватые, пластичные (по С<sub>б</sub> тугопластичные), серые, с гравием, галькой, линзами песка.

Таблица 6– Основные физические показатели по слою грунта №7

Природная влажность, W, д.е	Влажность на границе текучести, W <sub>L</sub> , д.е	Влажность на границе раскатывания, W <sub>p</sub> , д.е	Число пластичности	Показатель текучести
0,143 – 0,199	0,202-0,250	0,139 – 0,183	0,046 – 0,068	0,25

Модуль деформации по данным компрессионных испытаний при естественной влажности 12,64 МПа.

По данным одноплоскостного среза при естественной влажности угол внутреннего трения равен 25°, удельное сцепление равно 30 кПа[17]

**Слой 8.** Суглинки легкие, пылеватые, тугопластичные с линзами полутвердых (по С<sub>б</sub> тугопластичные), серые, с гравием, галькой, линзами песка.

Таблица 7– Основные физические показатели по слою грунта №8

Природная влажность, W, д.е	Влажность на границе текучести, W <sub>L</sub> , д.е	Влажность на границе раскатывания, W <sub>P</sub> , д.е	Число пластичности	Показатель текучести
0,154 – 0,216	0,211-0,249	0,131 – 0,172	0,07 – 0,097	0,37

Модуль деформации по данным компрессионных испытаний при естественной влажности 11,47 МПа.

По данным одноплоскостного среза при естественной влажности угол внутреннего трения равен 19°, удельное сцепление равно 36 кПа [17].

***Средне- верхнечетвертичные нерасчлененные отложения QII-III***  
***Озерно-ледниковые отложения – lgII-III***

Озерно-ледниковые отложения представлены дисперсными, связными, осадочными лимно-гляциальными суглинками текуче-пластичными.

**Слой 9.** Суглинки тяжелые, пылеватые, текучепластичные с прослоями мягкопластичных (по С<sub>б</sub> мягкопластичные), серовато коричневые с прослоями супеси и песка.

Таблица 8– Основные физические показатели по слою грунта №9

Природная влажность, W, д.е	Влажность на границе текучести, W <sub>L</sub> , д.е	Влажность на границе раскатывания, W <sub>P</sub> , д.е	Число пластичности	Показатель текучести
0,269 – 0,369	0,274-0,427	0,181 – 0,263	0,066 – 0,167	0,88

Модуль деформации по данным компрессионных испытаний при естественной влажности 6,21 МПа.

По данным одноплоскостного среза при естественной влажности угол внутреннего трения равен 18°, удельное сцепление равно 14 кПа [17].

## ***Среднечетвертичные нерасчлененные отложения QII***

### ***Ледниковые отложения – gII***

Ледниковые отложения представлены дисперсными, связными, осадочными гляциальными супесями твердыми.

**Слой 10.** Супеси песчанистые, твердые (по Сб полутвердые), коричневые, с гравием, галькой до 10 – 20%.

Таблица 9–Основные физические показатели по слою грунта №10

Природная влажность, W, д.е	Влажность на границе текучести, W <sub>L</sub> , д.е	Влажность на границе раскатывания, W <sub>p</sub> , д.е	Число пластичности	Показатель текучести
0,078 – 0,109	0,122-0,159	0,087 – 0,113	0,034 – 0,066,	-0,13

Модуль деформации по данным компрессионных испытаний при естественной влажности 17,66 МПа.

По данным одноплоскостного среза при естественной влажности угол внутреннего трения равен 27°, удельное сцепление равно 38 кПа [17].

В соответствии с таблицей В.1 СП 28.13330.2017 по отношению к бетону нормальной проницаемости грунты сильноагрессивны [23].

В соответствии с таблицей В.2 СП 28.13330.2017 по отношению к арматуре в железобетонных конструкциях неагрессивны[23].

В соответствии с ГОСТ 9.602-2016 грунты характеризуются высокой коррозионной агрессивностью по отношению к свинцовой и алюминиевой оболочке кабеля, а также к стали[32]

Физические характеристики грунтов и гранулометрический состав по всем инженерно-геологическим элементам по усредненным значениям представлены в табл.10 и табл.11.

Таблица 10 – Гранулометрический состав

ИГЭ	Гранулометрический состав, % содержания частиц по фракциям (мм)									
	>10.0	10.0- 2.0	2.0- 1.0	1.0- 0.5	0.5- 0.25	0.25- 0.1	0.1- 0.05	0.05- 0.01	0.01- 0.005	<0.005
1	3,8	1,2	0,8	1,4	2,9	3,9	17,7	24,3	17,1	29,1
2	0,1	0	0,3	0,8	2,0	2,6	9,7	21,4	19,8	43,3
3	0	0,1	0,2	0,4	0,7	2,0	16,2	27,9	22,4	30,1
4	0	0	0,1	0,1	0,2	0,5	9,2	11,2	34,1	44,6
5	0	0,2	0,5	0,7	1,2	3,8	21,7	42,2	12,4	17,3
6	0	0,3	0,2	0,4	0,6	11,0	47,2	30,9	6,6	2,8
7	0,4	0,4	0,5	1,0	1,3	3,6	18,0	41,5	14,6	18,7
8	0,2	0,5	0,6	0,8	1,2	4,3	15,8	38,5	13,9	24,2
9	0	0,2	0,4	0,8	2,7	1,3	7,1	24,7	26,5	36,3
10	5,0	4,9	5,7	6,6	9,2	12,9	24,4	14,2	7,3	9,8

Таблица 11– Физические характеристики грунтов

ИГЭ	Влажность, доли ед.			Число плас- тичн.	Плотность, т/м <sup>3</sup>			Коеф. порист. прир.	Коеф. водо- насыщ.	Показатели консистенц., дол.ед.		Потеря при про- калив.
	прир.	на границе			грунта	скелет.	частиц			I <sub>L</sub>	C <sub>в</sub>	
		текуч.	раскат.									
	W	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	ρ	ρ <sub>d</sub>	ρ <sub>s</sub>	e	S <sub>r</sub>	I <sub>L</sub>	C <sub>в</sub>	ppp
1	0,246	0,305	0,198	0,107	2,01	1,61	2,70	0,69	0,99	0,46	0,13	0,05
2	0,290	0,369	0,238	0,131	1,95	1,51	2,72	0,798	0,99	0,40	0,09	-
3	0,265	0,294	0,199	0,095	1,99	1,57	2,71	0,724	0,99	0,70	0,28	-
4	0,383	0,387	0,239	0,148	1,85	1,33	2,72	1,042	1,00	0,98	0,60	-
5	0,224	0,237	0,178	0,059	2,05	1,67	2,69	0,610	0,99	0,77	0,33	-
6	-	-	-	-	-	-	2,66	-	-	-	-	-
7	0,178	0,225	0,162	0,063	2,14	1,81	2,69	0,486	0,99	0,25	0,01	-
8	0,181	0,230	0,152	0,078	2,14	1,81	2,70	0,495	0,99	0,37	0,16	-
9	0,328	0,342	0,223	0,119	1,90	1,43	2,72	0,904	0,99	0,88	0,49	-
10	0,094	0,139	0,099	0,040	2,31	2,11	2,67	0,268	0,94	-0,13	-0,10	-



### **2.3.2. Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов согласно ГОСТ 20522-2012**

Выделение инженерно-геологических элементов (ИГЭ) проводятся в соответствии с ГОСТ 20522-2012[37]

На площадке для целей строительства в основу выделения ИГЭ положены: литологический состав и физико-механические свойства грунтов.

Согласно пункту 5.1 ГОСТ 20522-2012 исследуемую толщу грунтов предварительно разделяют на ИГЭ с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей и вида, подвида или разновидности (ГОСТ 25100), а также сведения об объекте строительства[37]

Также согласно этому пункту, значения характеристик грунтов в каждом предварительно выделенном ИГЭ анализируют с целью установить и исключить значения, резко отличающиеся от большинства значений, если они вызваны ошибками в опытах или принадлежат другому ИГЭ[37]

Правильность выделения ИГЭ проверяют на основе оценки пространственной изменчивости характеристик, используя при этом для глинистых грунтов характеристики пластичности (пределы и число пластичности), коэффициент пористости и естественная влажность.

Согласно пункту 5.3 ГОСТ 20522-2012 для выявления закономерного изменения характеристик строят точечные графики изменчивости свойств с глубиной. Эти графики строятся с целью установления и исключения значений, резко отличающихся от большинства значений, если они вызваны ошибками в опытах или принадлежат другому ИГЭ[37]

Для предварительно выделенных инженерно-геологических элементов строим графики изменчивости свойств с глубиной (рис.7)

Рассмотрим верхнечетвертичные озерно-ледниковые отложения Балтийского ледникового озера (*lg III b*):

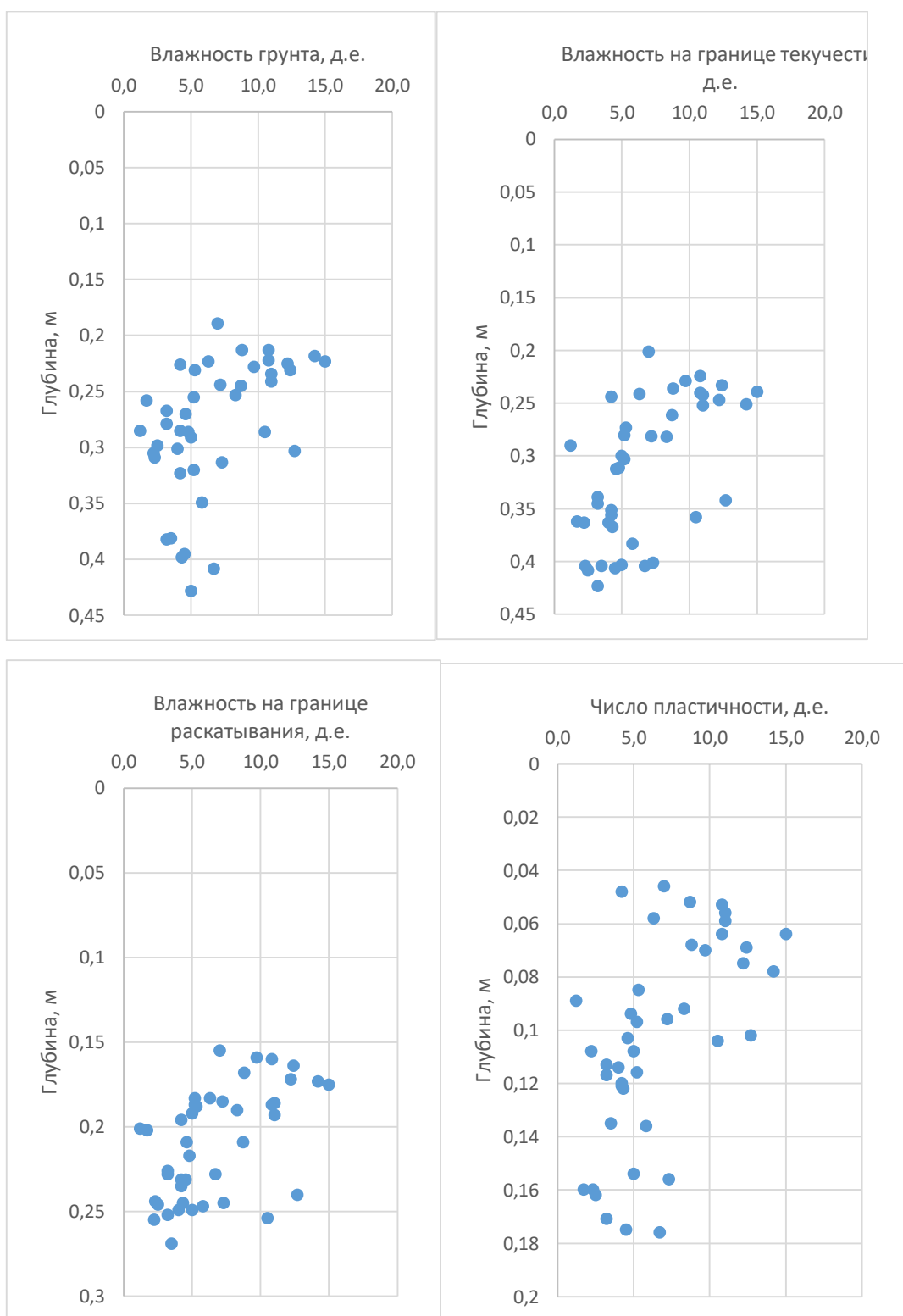


Рисунок 7 Графики изменчивости физических характеристик грунтов с глубиной

При анализе графиков замечена тенденция в изменении показателей физических свойств с глубиной.

Согласно пункту 5.2 ГОСТ 20522-2012 окончательное выделение ИГЭ проводят на основе оценки характера пространственной изменчивости

характеристик грунтов и их коэффициента вариации или сравнительного коэффициента вариации. Также согласно этому пункту, для анализа используют физические характеристики, а при достаточном количестве – и механические[37]

Согласно пункту 5.5 ГОСТ 20522-2012 при наличии закономерного изменения характеристик грунтов в каком-либо направлении следует решить вопрос о необходимости разделения предварительно выделенного слоя на два или несколько новых[37] Дополнительное разделение ИГЭ не проводят, если выполняется условие:

$$V < V_{\text{доп}},$$

где  $V$  – коэффициент вариации;  $V_{\text{доп}}$  – допустимое значение  $V$ , принимаемое равным для физических характеристик 0,15, а для механических – 0,30.

Вычисляют коэффициент вариации  $V$  по формуле:

$$V = \frac{S}{X_n},$$

где  $S$  – среднеквадратичное отклонение характеристики;  $X_n$  – среднеарифметическое значение.

Таблица 12 –Значение коэффициента вариации

	Влажность $W$ , д.е.	Характеристики пластичности		
		Граница текучести $W_L$ , д.е.	Граница раскатывания $W_p$ , д.е.	Число пластичности $I_p$ , д.е.
$X_n$	0,28	0,31	0,2	0,1
$S$	0,03	0,03	0,03	0,01
$V$	0,11	0,1	0,15	0,1

Из таблицы 2.1 видно, что коэффициент вариации по физическим свойствам превышает допустимое значение 0,15. Следовательно, необходимо разделение предварительно выделенного инженерно-геологического элемента на два или несколько новых инженерно-геологических элемента.

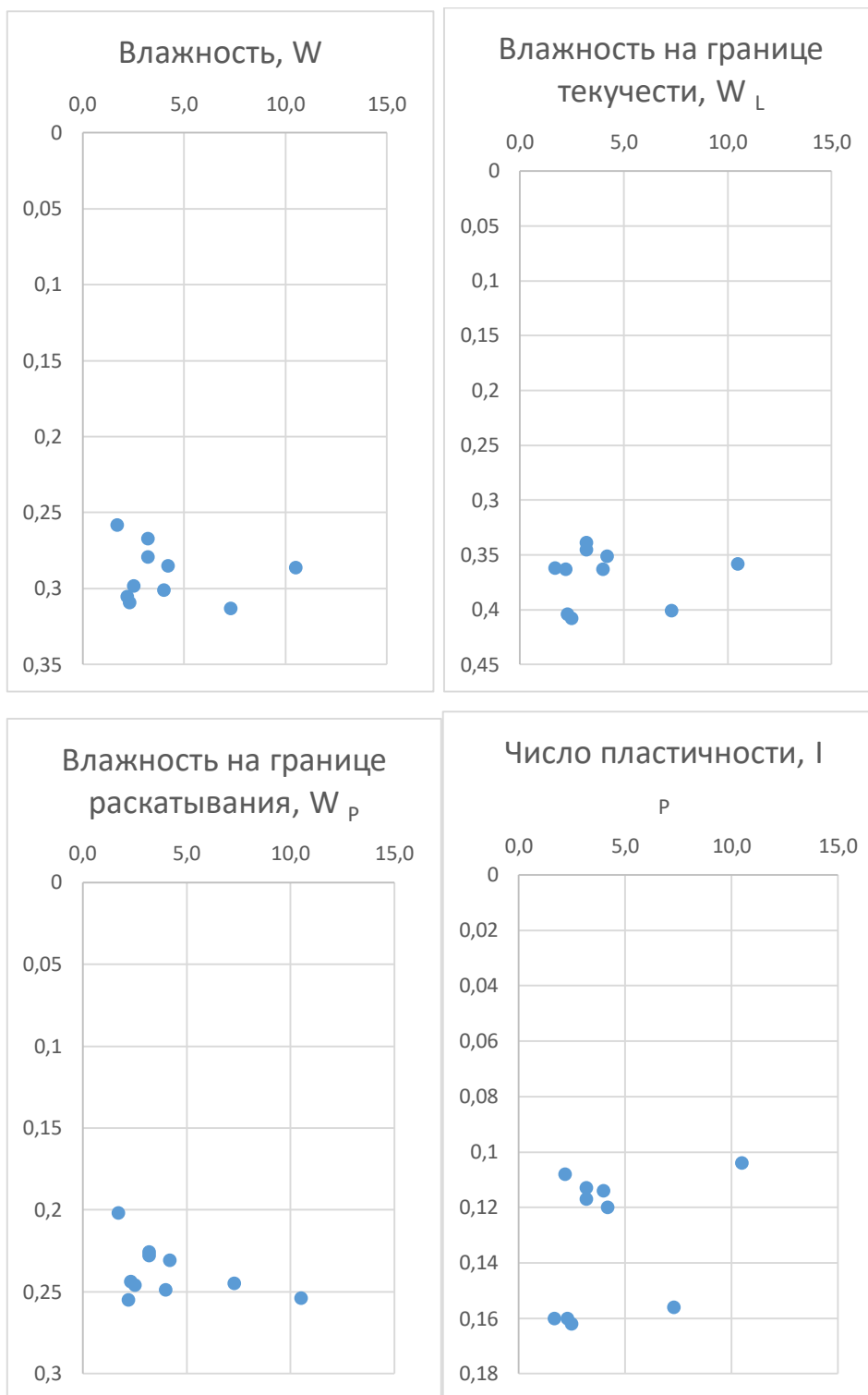


Рисунок 8 Графики изменчивости физических характеристик грунтов с глубиной ИГЭ 2

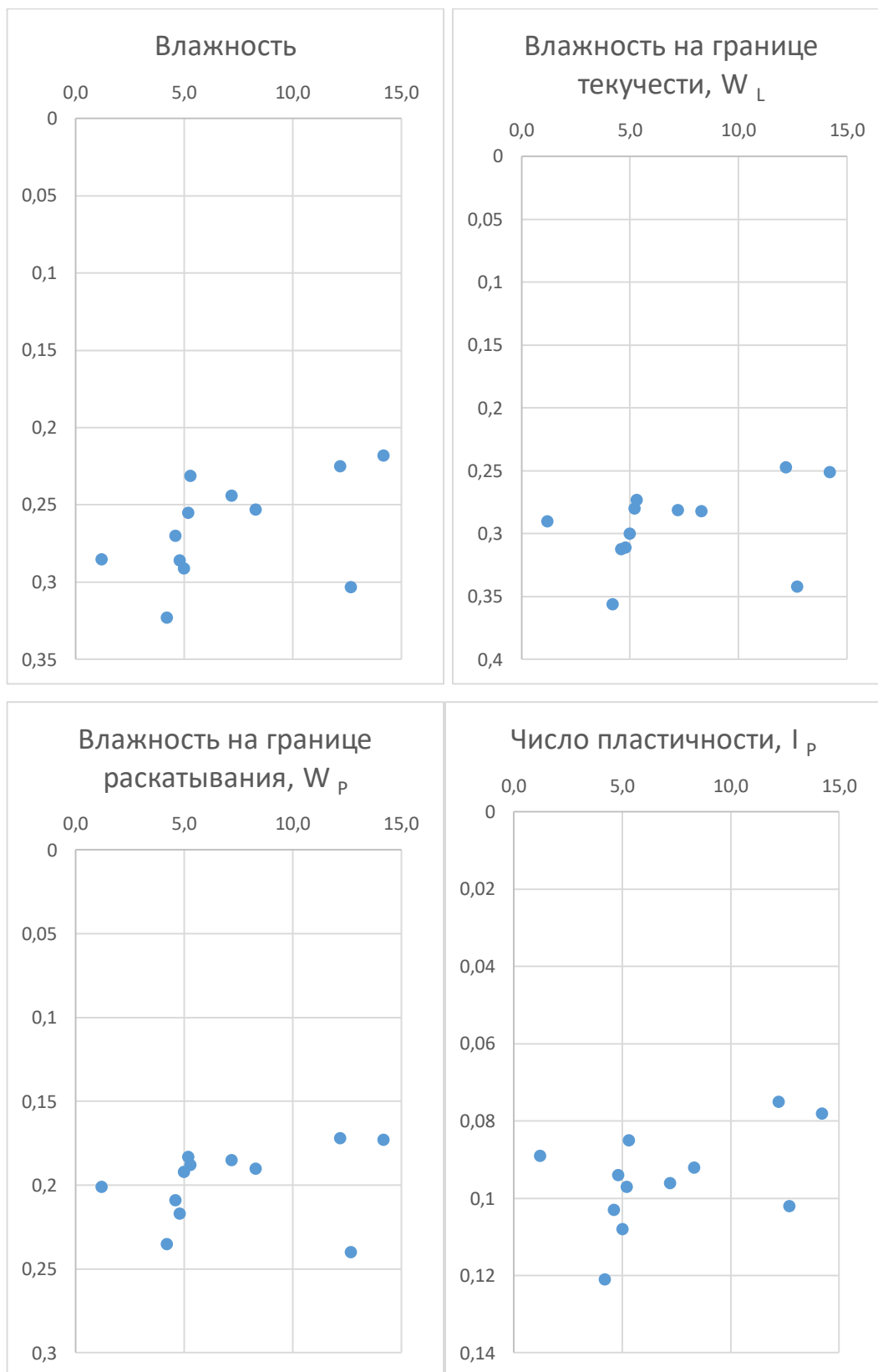


Рисунок 9 Графики изменчивости физических характеристик грунтов с глубиной ИГЭ 3

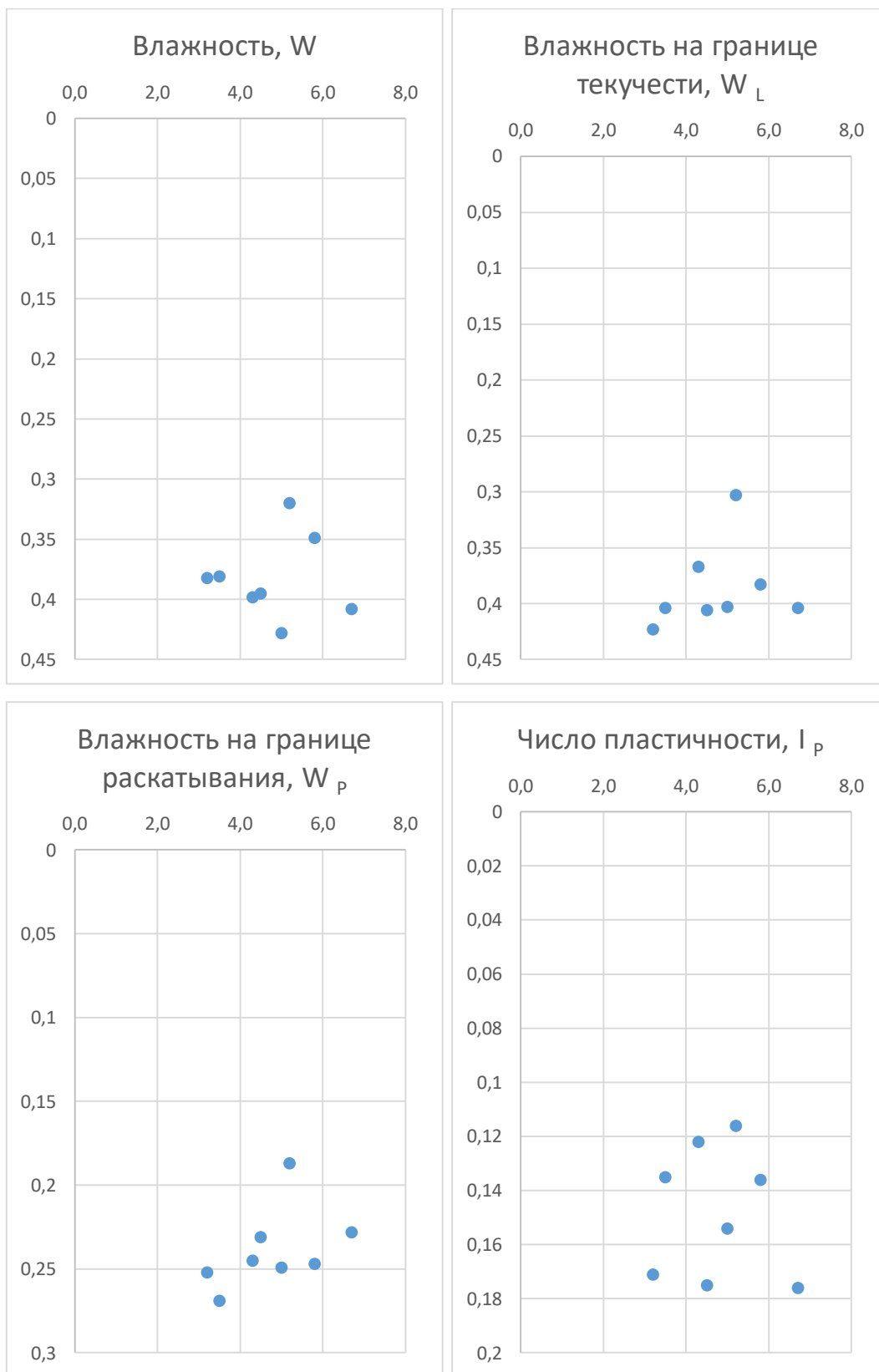


Рисунок 10 Графики изменчивости физических характеристик грунтов с глубиной ИГЭ 4



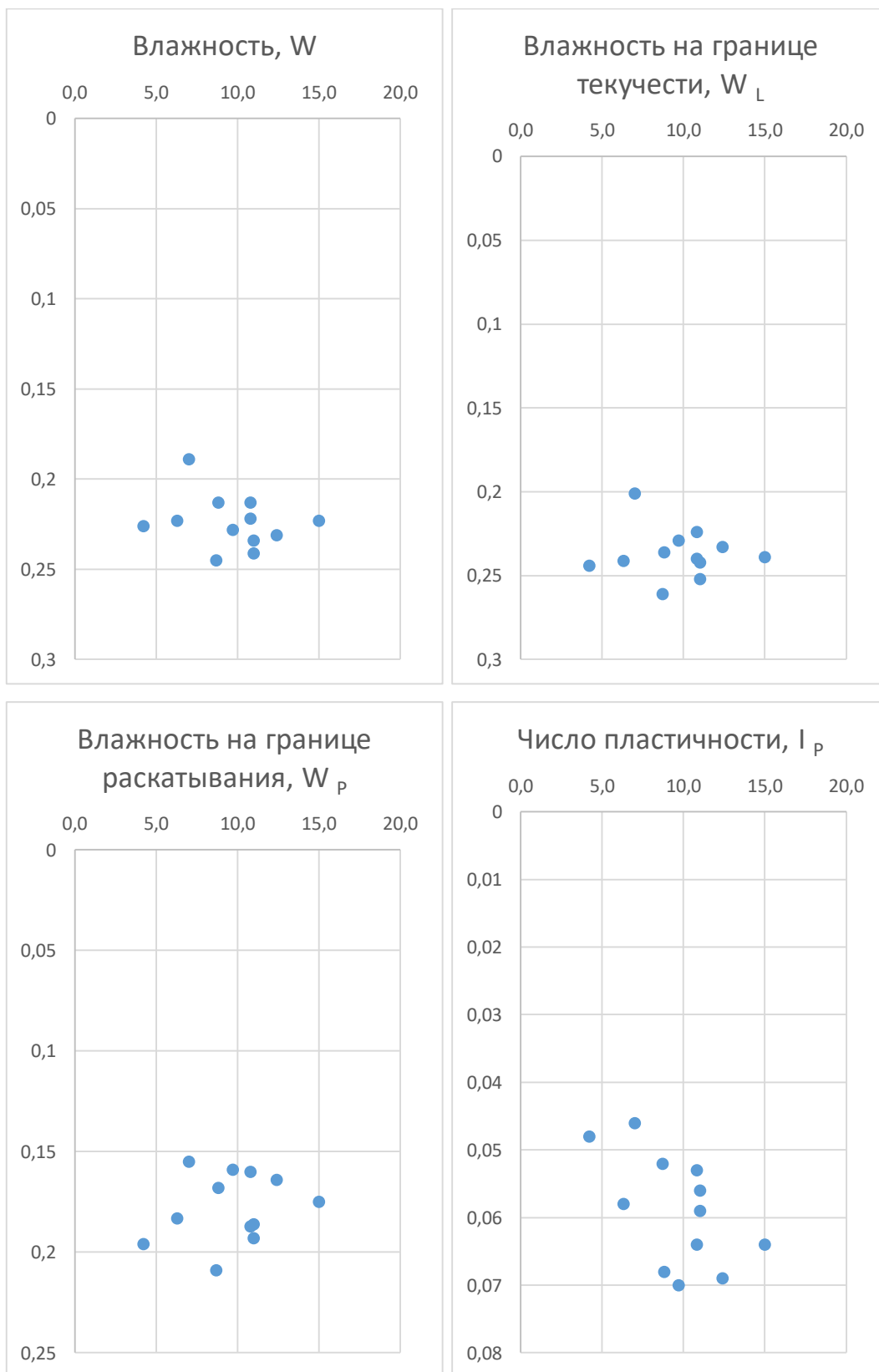


Рисунок 11 Графики изменчивости физических характеристик грунтов с глубиной ИГЭ 5

Анализируя графики видно, что показатели изменяются незакономерно, разброс значений небольшой.

В результате анализа пространственной изменчивости частных показателей свойств грунтов и литологического состава на исследуемом участке, согласно ГОСТ 20522-2012 и ГОСТ 25100-2011, до изученной глубины 30,0-40,0 м, окончательно выделено 10 инженерно-геологических элементов (ИГЭ)[37], [38]

**ИГЭ – 1:** Насыпные грунты: супеси. Суглинки со строительным мусором, щебнем. Давность отсыпки более 3 лет. Залегают с поверхности и на глубину до 0,7-4,3 м (абс. отм. подошвы +5,0...+7,7 м), мощностью 0,7-4,3 м.

**ИГЭ – 2:** Суглинки тяжелые с прослоями лёгких, пылеватые, тугопластичные (по показателю конуса Бойченко  $S_b$  тугопластичные), коричневые, с прослоями песка. Установленная мощность составляет 1,5-4,7 м (абс. отм. подошвы -8,4...+5,4 м).

**ИГЭ – 3:** Суглинки легкие, пылеватые, мягкопластичные с прослоями текучепластичных (по  $S_b$  мягкопластичные) коричневые, с прослоями песка. Установленная мощность составляет 0,8-7,9 м (абс. отм. подошвы -7,5...+4,4 м).

**ИГЭ – 4:** Суглинки тяжелые, пылеватые, текучепластичные с прослоями текучих (по  $S_b$  мягкопластичные), коричневые, ленточные. Установленная мощность составляет 1,0-2,2 м (абс. отм. подошвы 0,6...+4,1 м).

**ИГЭ – 5:** Супеси пылеватые, пластичные (по  $S_b$  мягкопластичные), серые, тиксотропные, с прослоями песка. Установленная мощность составляет 1,0-3,3 м (абс. отм. подошвы -9,2...+5,7 м).

**ИГЭ – 6:** Пески пылеватые, плотные. Серые, насыщенные водой, с прослоями супеси. Установленная мощность составляет 1,4-5,9 м (абс. отм. подошвы -7,5...+3,7 м).

**ИГЭ – 7:** Супеси пылеватые, пластичные (по  $S_b$  тугопластичные), серые, с гравием, галькой, линзами песка. Установленная мощность составляет 1,3-15,4 м (абс. отм. подошвы -22,3...-6,1 м).

**ИГЭ – 8:** Суглинки легкие, пылеватые, тугопластичные с линзами полутвердых (по  $S_b$  тугопластичные), серые, с гравием, галькой, линзами

песка. Установленная мощность составляет 3,8-15,2 м (абс. отм. подошвы - 20,3...-7,7 м).

**ИГЭ – 9:** Суглинки тяжелые, пылеватые, текучепластичные с прослоями мягкопластичных (по Сб мягкопластичные), серовато коричневые с прослоями супеси и песка. Установленная мощность составляет 6,1-13,3 м (абс. отм. подошвы -33,9...-23,8 м).

**ИГЭ – 10:** Супеси песчанистые, твердые (по Сб полутвердые), коричневые, с гравием, галькой до 10-20%. Установленная мощность составляет 5.9-11.9 м (абс. отм. подошвы –40.4...-35.7 м).

### **2.3.3. Нормативные и расчетные показатели грунтов**

Статистическая обработка физических и механических характеристик грунтов проводится для вычисления их нормативных и расчётных значений, необходимых для проектирования сооружения.

Согласно пункту 6.1 ГОСТ 20522-2012 определение нормативных  $X_n$  и расчетных  $X$  значений характеристик грунтов для ИГЭ следует проводить в соответствии с 6.2-6.6.

Согласно пункту 6.2 ГОСТ 20522-2012 нормативное значение  $X_n$  всех физических и механических характеристик грунтов принимают равным среднеарифметическому значению  $\bar{X}$  и вычисляют по формуле:

$$X_n = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i,$$

где  $n$  - число определений характеристики;

$X_i$  – частные значения характеристики, получаемые по результатам отдельных  $i$ -ых опытов[37]

Расчетные значение устанавливают для характеристик, используемых в расчетах оснований и фундаментов, и получают их делением нормативной характеристики на коэффициент безопасности.

Определение нормативных показателей основных физико-механических свойств грунтов производилось в соответствии с требованиями

ГОСТ 20522-2012, методом статистической обработки частных значений характеристик[37]

Сводная таблица нормативных и расчетных показателей свойств грунтов приведена в графическом приложении (лист 3).

## **2.4 Гидрогеологические условия участка изысканий**

На исследуемом участке вскрыт один водоносный горизонт подземных вод. Водоносный горизонт приурочен к насыпным грунтам ИГЭ-1 и прослоям песков в подстилающих озерных отложениях – суглинках туго- мягко- и текучепластичных (ИГЭ-2, 3, 4), супесях пластичных (ИГЭ-5), а также к пескам пылеватым ИГЭ-6, Эти воды вскрыты всеми скважинами (04,2017) и зафиксированы на глубинах от 1,8 до 4,5 м, на абс, отметках от +2,3 до +6,5м, Воды безнапорные, Питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, Нижним водоупором являются ледниковые суглинки и супеси,

По данным материалов «Отчетов о режиме подземных вод Ленинградского артезианского бассейна за 1987-90 гг. СЗТГУ, 1991г.» максимальная многолетняя амплитуда колебания уровня подземных вод составляет 1,8 м, Максимальный подъём уровня грунтовых вод можно ожидать вплоть до уровня дневной поверхности, на абс. отм. до +8,3 м.

При ориентировочных подсчетах притока воды в котлованы рекомендуются следующие значения коэффициентов фильтрации (в соответствии с таблицей 71; «Справочник техника-геолога по инженерно-геологическим и гидрогеологическим работам»)[15]:

- для техногенных насыпных грунтов ИГЭ-1– 0,01-0,1 м/сут,;
- для суглинков тяжелых ИГЭ-2,4 – 0,05-0,005 м/сут;
- для суглинков легких ИГЭ-3 – 0,05-0,1 м/сут;
- для супесей ИГЭ-5 – 0,01-0,1 м/сут,;
- для песков пылеватых ИГЭ-6 – 0,5-1,0 м/сут;
- для супесей моренных ИГЭ-7 – 0,01-0,1 м/сут,

По данным лабораторных испытаний получены следующие коэффициенты фильтрации (для грунтов в рыхлом и максимально плотном состоянии):

- для песков пылеватых ИГЭ-6 (по данным лабораторных испытаний, см, текстовое приложение 14) – 0,02-0,46 м/сут;

По результатам химических анализов проб воды, отобранных на участке, в соответствии с таблицами В,3 и В,4 СП 28.13330.2017 по отношению к бетону нормальной проницаемости грунтовые воды слабоагрессивны,

В соответствии с ГОСТ 9.602-2005 грунтовые воды характеризуются:

-средней коррозионной агрессивностью по отношению к свинцовой оболочке кабеля,

-высокой коррозионной агрессивностью по отношению к алюминиевой оболочке кабеля,

Вода имеет слабощелочную реакцию – 6,4 – 6,7 рН

## **2.5 Геологические процессы и явления на участке изысканий**

Нормативная глубина сезонного промерзания в данном районе, согласно СП 131.13330.2012 «Строительная климатология», для насыпных грунтов (прим. к супесям) – ИГЭ-1 составляет 1.20 м, для суглинков – ИГЭ-2 и 3 – 0.99 м. Остальные грунты залегают ниже глубины сезонного промерзания [24].

На участке изысканий к геологическим и инженерно-геологическим процессам относятся:

*Сейсмичность.* Согласно картам общего сейсмического районирования ОСР-2015 «Список населенных пунктов Российской Федерации, расположенных в сейсмических районах, с указанием расчетной сейсмической интенсивности в баллах шкал MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности – А (10%), В(5%), С(1%) в течение 50 лет», район г, Санкт-Петербурга по картам С (1%) оценивается в 5 баллов [24].

*Морозное пучение грунтов,* Нормативная глубина сезонного промерзания для суглинков пылеватых туго- и мягкопластичных – 0,99 м, для

насыпных грунтов – 1,20 м (рассчитана по формуле 5.3 СП 22.13330.2016 и по данным СП 131.13330.2012) [19], [24]

В соответствии с табл, Б, 27 ГОСТ 25100-2011 грунты по степени пучинистости:

- насыпные грунты (ИГЭ-1) – сильнопучинистые;
- суглинки пылеватые туго- и мягкопластичные (ИГЭ-2,3) – среднепучинистые [38]

*Естественное подтопление территории*, Уровень грунтовых вод достаточно высокий (вскрытая глубина воды 1,8-4,5 м) в неблагоприятные периоды года (периоды дождей и снеготаяния) максимальные уровни подземных вод можно ожидать близко к поверхности земли (абс.отм. 3,3-8,3 м).

Соответственно участок работ относится к сезонно (ежегодно) подтопляемому в естественных условиях, поэтому следует предусмотреть защитные мероприятия от подтопления в соответствии с СП 116.13330.2012. Подтопление связано с небольшой амплитудой колебания уровня грунтовых вод [25].

## **2.6 Оценка сложности инженерно-геологических условий участка изысканий**

Рассмотрим участок изысканий согласно СП 47.13330.2016  
Приложение Г:

- по геоморфологическим факторам – I-ая категория (простая), площадка в пределах одного геоморфологического элемента, поверхность горизонтальная, нерасчлененная
- по геологическим факторам – III-я категория (сложная). Более четырех различных литологии слоев. Мощность резко изменяется. Линзовидное



залегание слоев. Значительная степень неоднородности по показателям свойств грунтов, изменяющихся в плане или по глубине.

- по гидрогеологическим факторам – I-ая категория (простая) имеется один выдержанный горизонт подземных вод с однородным химическим составом.
- по наличию опасных геологических и инженерно-геологических процессов – II-я категория (средняя). Процессы имеют ограниченное распространение и(или) не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов
- по наличию специфических грунтов – II-я категория (средняя). Специфические грунты имеют ограниченное распространение и не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений [20].

Согласно СП 47.13330 Приложение А, площадка изысканий относится к II-ой категории сложности инженерно-геологических условий по совокупности факторов [20].

Согласно ТСН 50-302-2004 Санкт-Петербург, участок исследования по категории риска, обусловленного влиянием строительства на окружающую застройку относится к I-ой категории [22]

## **2.7 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процесс изысканий, строительства и эксплуатации сооружений**

В пределах исследуемого участка возможно проявление нескольких неблагоприятных процессов и явлений, которые следует учесть при проектировании строительства здания, чтобы избежать осложнений в ходе строительства и эксплуатации:

- участок работ относится к сезонно (ежегодно) подтопляемому в естественных условиях, поэтому следует предусмотреть защитные мероприятия от подтопления в соответствии с СП 116.13330.2012.

Подтопление связано с небольшой амплитудой колебания уровня грунтовых вод [25].

- морозное пучение грунтов способствует деформации фундаментов и несущих конструкций проектируемого здания. Следует предусмотреть противопучинные мероприятия.

### **III. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ. ПРОЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УЧАСТКЕ**

Проектом предусмотрено выполнение инженерно-геологической разведки, для этого требуется предварительно определить границы сферы взаимодействия.

#### **3.1 Определение размеров и зон сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания. Задачи изысканий**

На рассматриваемой территории планируется провести инженерно-геологические изыскания для строительства шестнадцатизэтажного жилого дома с встроенно-пристроенным помещением (крытый гаражный комплекс).

После того, как установлено местоположение здания и определены его основные конструктивные особенности, а также режим эксплуатации проводятся инженерно-геологические изыскания в пределах *сферы взаимодействия* проектируемого сооружения с геологической средой [16].

Под сферой взаимодействия принимают массив грунтов, определяющий устойчивость сооружения и воспринимающий от него различного рода воздействия, приводящие к изменению напряженного состояния грунтов, их температурного и водного режимов. [16].

Сфера взаимодействия может быть выделена при соблюдении следующих условий:

- Определено точное административное положение проектируемого здания или сооружения
- Разработаны режим эксплуатации и конструкция сооружения (табл. 13)
- Изучены геологическое строение участка строительства и гидрогеологические условия.

Таблица 13– Техническая характеристика здания

Назначение	Этажность. уровень ответственности сооружений	Высота сооруже- ния в м	Размеры в плане, м	Фундаменты		
				Тип	Глубина, м	Нагрузка на сваю, тс; отпор грунта, тс/м <sup>2</sup>
Многоквартирный жилой дом со встроенно- пристроенными помещениями	16 II	до 50,0	121,6x157	Свайный (забивные 35x35 см или бурунабивные 450-550 мм)	16 м	до 140 тс/ до 250 тс

Сфера взаимодействия сооружений, проектируемых на свайных фундаментах, с геологической средой ограничена:

- по площади – границами условного фундамента;
- по глубине – нижняя граница активной зоны, принимаемой в зависимости от типа фундамента и нагрузки на него (по СП 11-105-97[21]). Границы условного фундамента (рис.12) определяются следующим образом: снизу - плоскостью АБ, проходящей через нижние концы свай; с боков - вертикальными плоскостями АВ и БГ, отстоящими от осей крайних рядов вертикальных свай на расстоянии 0,5 шага свай, но не более 2d (d - диаметр или сторона поперечного сечения сваи); сверху поверхностью планировки грунта ВГ.

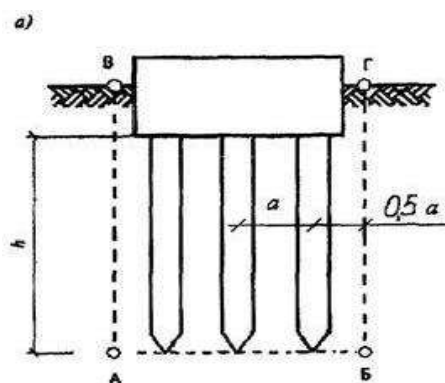


Рисунок 12. Определение границ условного фундамента

Согласно ТСН 50-302-2004 п. 12.2 несущим слоем для свайных фундаментов на исследуемой территории могут служить гляциальные пески, глинистые грунты (моренные, флювиогляциальные и кембрийские от твердой до тугопластичной консистенции)[22].

Если на слое грунта, принятого за основание залегают грунты текучей консистенции, нижние концы свай должны быть заглублены в подстилающие слои плотных грунтов не менее чем на 2 м .

Буровые сваи диаметром более 0,5 м должны входить в несущий пласт грунта на глубину не менее их диаметра или диаметра их уширения.

Если под несущим слоем свайного фундамента залегают слои более слабых грунтов, то ниже острия свай должен оставаться несущий слой, толщина которого должна проверяться расчетом, но быть не менее 1,5 м.

Оставлять нижние концы всех видов свай в глинистых грунтах с консистенцией  $I_L > 1$  не допускается.

Для шестнадцатиэтажного жилого здания длина свай, согласно проекту строительства, составляет 16 м, следовательно запроектированная глубина погружения свай составит 16 м. Таким образом, согласно пункту 8.7. СП 11-105-97, глубина горной выработки будет равна 23 м. Согласно пункту 8.5. СП 11-105-97 глубина горной выработки заглубляется на 1-2 м ниже глубины сферы взаимодействия, следовательно, глубина сферы взаимодействия будет равна 21 м (лист 3). По площади сфера взаимодействия будет равна 123 м x 157м x 21 м[21].

Общее количество горных выработок в пределах здания и сооружения II уровня ответственности должно быть, как правило, не менее трех, включая выработки, пройденные ранее согласно СП 11-105-97. Согласно ТСН 50-302-2004 п. 7.10 для зданий более 15 этажей следует выполнять бурение скважин количеством не менее четырех (по углам зданий). Исходя из формы и размеров будущего сооружения необходима проходка 20 вертикальных горных выработок [21], [22].

Согласно пункту 8.4. СП 11-105-97 расстояния между горными выработками составит 50 м, исходя из II уровня ответственности [21].

В результате анализа сферы взаимодействия проектируемых сооружений с геологической средой составлена расчетная схема основания с обоснованием данных, необходимых для расчета фундамента, несущей способности оснований и инженерно-геологических процессов.

*Расчетная схема* – это инженерно-геологический разрез сферы взаимодействия, на котором показаны технические характеристики сооружения, инженерно-геологические элементы, гидрогеологические условия, нужный для расчета набор показателей физико-механических свойств пород.

При анализе полученной сферы взаимодействия и характера взаимодействия проектируемого сооружения с геологической средой определен набор показателей физико-механических свойств пород, необходимых для определения и прогнозирования устойчивости сооружения.

Предварительная расчетная схема позволила определить:

- задачи разведки,
- объем работ,
- выбор методов исследований.

Выполнение инженерно-геологических изысканий в сфере взаимодействия, а именно для определения вышеперечисленных показателей, производится в порядке, установленном действующими законодательными и нормативными актами Российской Федерации и ее субъектов, в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 и СП 11-105-97 [20], [21].

На основе составленной расчетной схемы основания с учетом требований нормативных документов формулируются конкретные задачи изысканий в пределах сферы взаимодействия проектируемого сооружения.

Они включают следующее:

- изучение всех факторов инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия сооружения с геологической средой;
- расчленение геологического разреза в сфере взаимодействия на инженерно-геологические категории пород с выделением ИГЭ;
- составления инженерно-геологических разрезов, прогноза развития инженерно-геологических процессов в сфере взаимодействия расчетным методом, с целью составления расчетной схемы: основание-сооружение или геологическая среда-сооружение;
- детальное изучение физико-механических свойств для инженерных расчетов.

### **3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ**

В состав инженерных изысканий для строительства в условиях городской застройки, согласно ТСН 50-302-2004, должны входить следующие виды изысканий:

- инженерно-геодезические;
- инженерно-экологические;
- инженерно-геологические;
- обследование фундаментов и надземных конструкций соседней застройки;
- в отдельных случаях могут производиться дополнительно специальные изыскания, например, определение промышленной и транспортной вибрации грунтов территории строительства и существующих конструкций [22].

Объем изысканий определяется геотехнической категорией объекта.

Для объектов строительства II и III категории сложности, выполняются следующие работы:

- изучение материалов инженерно-геологических изысканий прошлых лет;
- проведение бурения и статического зондирования в составе и объеме, предусмотренном СП 11-105-97, с определением механических



характеристик грунтов на основе их непосредственных испытаний; [21], [22].

- определение несущей способности забивных висячих свай по данным статического зондирования грунтов, испытания грунтов эталонными сваями в соответствии со СП 24.13330.2011[18],

**лабораторными методами:**

- модуля деформации для первичной ветви компрессии, для ветви декомпрессии и ветви вторичной компрессии (рекомпрессии). Декомпрессию и вторичную (повторную) компрессию образцов следует выполнять для тех же диапазонов напряжений, что и первичную компрессию;
- фильтрационных свойств;
- модулей объемных деформаций и сдвига по данным трехосных испытаний;
- реологических параметров глинистых грунтов;
- прочностных характеристик (угла внутреннего трения и удельного сцепления), определяемых для условий, соответствующих всем этапам строительства и эксплуатации подземного сооружения с учетом возможного ухудшения свойств грунтов на этих этапах;
- коэффициентов морозного пучения удельных нормальных давлений и касательных сил морозного пучения, значений коэффициентов фильтрации оттаявшего грунта и коэффициентов оттаивания в случае использования искусственно замороженного грунта для стабилизации слабых толщ; при использовании искусственного замороженного грунта необходимо предусмотреть меры по защите сооружений от связанных с ним негативных воздействий;

**полевыми методами:**

- модуля деформации по данным штамповых или прессиометрических испытаний;
- прочностных характеристик по данным лопастных сдвигов.

При необходимости должны определяться по специальному заданию и другие физико-механические и классификационные характеристики грунтов.

**1. Инженерно-геодезические исследования участка работ**

В соответствии разделу 5 СП 47.13330.2016 инженерно-геодезические изыскания проводятся на всех этапах строительства здания [20].

Целью инженерно-геодезических изысканий является получение актуальных для участка изысканий топографических планов и схем существующей застройки площадки, технических характеристик зданий и сооружений, и другой информации в графической (цифровой) форме, необходимой для обоснования размещения проектируемого объекта строительства.

**2. Инженерно-экологические исследования участка работ (будут входить в инженерно-геологические исследования на этапе изучения архивных материалов)**

**3. Инженерно-геологические исследования участка работ**

Инженерно-геологические изыскания выполняются с целью комплексного изучения инженерно-геологических условий территории.

В комплекс изучения инженерно-геологических условий входят следующие способы исследования:

**3.2.1. Изучение материалов инженерно-геологических изысканий прошлых лет**

Выполняется оценка качества и возможность использования архивных материалов для проектирования видов и объемов камеральных и полевых работ при строительстве.

### **3.2.2. Проведение бурения и статического зондирования**

Буровые работы проводят с целью изучения геологического строения и отбора проб грунта для изучения его состояния и характеристик. Согласно ТСН 50-302-2004 количество буровых скважин должно быть не менее четырех, расположенных по углам зданий и в соответствии с СП 47.13330-2016 расстояние между скважинами не должно превышать 50м. Исходя из размеров здания 150м x123м, и его формы получаем, что количество буровых скважин для проектируемого строительства должно быть не менее 20.

Целями статического зондирования является выделение инженерно-геологических элементов, определение однородности пород по площади и глубине исследуемого участка, выяснение глубины залегания кровли скальных пород, приближенная оценка физико-механических свойств пород, определение несущей способности свай.

Проектом предусматривается выполнить статическое зондирование грунтов в пределах проектируемого сооружения. Согласно СП 24.13330.2011 [18] (приложение Б), необходимо не менее шести точек на каждое здание по сетке 25х25 м. Планируется проведение 20 опытов статического зондирования на глубину сферы взаимодействия (21 м).

### **3.2.3. Лабораторные испытания грунтов**

Целью лабораторных испытаний грунтов является их классификация в соответствии с ГОСТ 25100-2011[38]

Согласно пункту 8.19. СП 11-105-97 лабораторные определения физико-механических характеристик грунтов по образцам из горных выработок следует осуществлять на участках каждого проектируемого здания и сооружения или их группы в соответствии с требованиями п. 5.11 из всех инженерно-геологических элементов в сфере взаимодействия этих зданий и сооружений с геологической средой[21]

Количество определений одноименных характеристик грунтов, необходимых для вычисления нормативных и расчетных значений на основе статистической обработки результатов испытаний следует устанавливать

расчетом в зависимости от степени неоднородности грунтов основания, требуемой точности (при заданной доверительной вероятности) вычисления характеристики и с учетом уровня ответственности и вида (назначения) проектируемых зданий и сооружений.

Согласно приложению 3 ГОСТ 20522 «Грунты. Методы статистической обработки результатов определений характеристик», показатель точности оценки среднего значения характеристики  $\rho$ , определяем необходимым количеством частных значений характеристик грунта, с учетом ранее выполненных работ, для всех зданий на участке строительства, представленные в табл. 14 [37].

Таблица 14 Необходимое минимальное количество частных значений характеристик грунта

ИГЭ	Влажность природная, $W_p$ , %	Влажность на гр. текучести, $W_L$ , %	Влажность на гр. раскатывания $W_p$ , %	Плотность частиц, $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	Плотность, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Модуль деформации, $E$ , МПа	Сцепление, угол внутр. трения $C, \varphi^0$	Гран. состав	Кол-во обр. с наруш. структурой
1	10	10	10	10	10	-	-	10	10
2	10	10	10	10	10	6	6	10	10
3	10	10	10	10	10	6	6	10	10
4	10	10	10	10	10	6	6	10	10
5	10	10	10	10	10	6	6	10	10
6	10	-	-	10	10	6	6	10	10
7	10	10	10	10	10	6	6	10	10
8	10	10	10	10	10	6	6	10	10
Итого	100	90	90	100	100	54	54	100	100

Интервал опробования определяется расчетом:

$$n = (H_{\text{ср}} / N_{\text{оп}}) \times K$$

где  $H_{\text{ср}}$  – средняя мощность слоя;

$N_{\text{оп}}$  – необходимое число проб на слой;

$K$  – количество скважин.

Интервал опробования для каждого инженерно-геологического элемента приведен в табл. 15.

Таблица 15– Интервал опробования

ИГЭ	Интервал опробования, м
1	2,5
2	3,1
3	4,4
4	1,6
5	2,2
6	3,7
7	8,4
8	9,5

Интервал опробования для каждого инженерно-геологического не должен превышать 2м, учитывая средние мощности ИГЭ и достаточно большое количество скважин (20 шт.), интервалы опробования превышают допустимое значение в 2 м. Исходя из вышеизложенного увеличиваем количество отбора образцов (табл. 16) и пересчитываем интервалы опробования (табл. 17).

Таблица 16 – Необходимое количество частных значений характеристик грунта

ИГЭ	Влажность природная, $W$ , %	Влажность на гр. текучести, $W_{L,wr}$ %	Влажность на гр. раскатывания $W_p$ %	Плотность частиц, $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	Плотность, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Модуль деформации, $E$ , МПа	Сцепление, угол внутр. трения $C$ , $\phi^0$	Гран. состав	Кол-во обр. с ненаруш. структурой
1	25	25	25	25	25	-	-	25	25
2	31	31	31	31	31	18	18	31	31
3	43	43	43	43	43	26	26	43	43
4	16	16	16	16	16	10	10	16	16
5	21	21	21	21	21	12	12	21	21
6	36	-	-	36	36	21	21	36	36
7	83	83	83	83	83	50	50	83	83
8	95	95	95	95	95	57	57	95	95
Итого	350	314	314	350	350	194	194	350	350

Таблица 17 – Интервал опробования

ИГЭ	Интервал опробования, м
1	2,0
2	2,0
3	2,0
4	2,0
5	2,0
6	2,0
7	2,0
8	2,0

Виды и объемы работ представлены в табл. 18.

Таблица 18 – Виды и объемы работ

№ п/п	Наименование видов работ	Единица измер.	Объем работ	Примечани е
1. Полевые работы				
1.	Плановая и высотная привязка геологических выработок и точек статического зондирования	скв.	40	СП 11-104-97
2.	Механическое ударно-канатное бурение 20 скважин	п.м.	460	РСН 7788
3.	Статическое зондирование	т.	20	ГОСТ 19912-2012
4.	Отбор образцов с ненарушенной структурой	мон.	350	ГОСТ 12071-2014
5.	Отбор проб воды	пробы	3	ГОСТ 31861-2012
2. Лабораторные работы				
1.	Гранулометрический состав	опр.	350	ГОСТ 12536-2014
2.	Влажность	опр.	350	ГОСТ 5180-2015
3.	Влажность на границе текучести	опр.	314	ГОСТ 5180-2015
4.	Влажность на границе раскатывания	опр.	314	ГОСТ 5180-2015
5.	Плотность частиц грунта	опр.	350	ГОСТ 5180-2015
6.	Плотность грунта	опр.	350	ГОСТ 5180-2015
7.	Определение модуля деформации E	опр.	194	ГОСТ 12248-2010
8.	Определение сцепления, угла	опр.	194	ГОСТ

	внутреннего трения С, ф			12248-2010
9.	Определение коррозионной активности грунтов к стали	опр.	3	СП 28.13330.2017
10.	Химический анализ водной вытяжки грунта (коррозионная активность грунтов к бетону, алюминию, свинцу)	опр.	3	ГОСТ 26424-85
11.	Анализ воды	опр.	3	
3 Камеральные работы				
12.	Составление технического отчета	отчет	1	

### 3.3 Методика проектируемых работ

#### 3.3.4. Инженерно-геодезические работы

Инженерно-геодезические работы ведутся для обеспечения плановой и высотной привязки горных выработок и точек статического зондирования.

Топографо-геодезические работы при проектировании строительства проходят в несколько этапов:

**Этап 1. Подготовительный комплекс работ.** Проводится сбор материалов по топографо-геодезическим работам, которые проводились ранее. Со всеми документами и техническим заданием разрабатывается новый комплекс работ. К этому этапу также можно отнести получение разрешения на выполнение всех запланированных топографо-геодезических изысканий.

**Этап 2. Полевые топографо-геодезические работы.** Этот этап проводится на исследуемой местности и включает в себя проведение всех запланированных на первом этапе топографических работ. Одновременно выполняется предварительная обработка данных.

**Этап 3. Камеральные работы.** Полученные на полевых топографо-геодезических работах данные подвергаются обработке. На основе обработки вносятся исправления (если это возможно) в разрабатываемые ранее документы или составляются заново топографические планы.



Работы проводятся в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 [20] и СП 11-103-97 [27]. Плановая и высотная привязка геологических выработок выполняется методом полярной съемки с пунктов опорной геодезической сети электронным тахеометром «CST/berger CST305R». Высоты определяют тахеометрическим методом. Точки проведения работ закрепляются на площадке вешками с сигнальной лентой.



Рисунок 13 Электронный тахеометр CST/berger CST305R

Вычисление координат и высот пунктов должно осуществляться в программном комплексе обработки инженерных изысканий «CREDO \_DAT 4.0». По окончании работ предоставляется каталог координат.

### **3.3.5. Буровые работы**

Проходка горных выработок, согласно пункту 5.6 СП 11-105-97 часть 1, производится с соблюдением правил по сохранению почвенного покрова, с целью: изучения геологического разреза, условий залегания грунтов и подземных вод; определения глубины залегания уровня подземных вод; отбора образцов грунтов для определения их состава, состояния и свойств, а также проб подземных вод для их химического анализа; проведения полевых исследований свойств грунтов, определения гидрогеологических параметров водоносных горизонтов и зоны аэрации и производства геофизических исследований; выполнения стационарных наблюдений (локального

мониторинга компонентов геологической среды); выявления и оконтуривания зон проявления геологических и инженерно-геологических процессов [21].

Выбор вида горных выработок, способа и разновидности бурения скважин следует производить исходя из целей и назначения выработок с учетом условий залегания, вида, состава и состояния грунтов, крепости пород, наличия подземных вод и намечаемой глубины изучения геологической среды.

Скважины после окончания работ должны быть ликвидированы тампонажем глиной или цементно-песчаным раствором с целью исключения загрязнения природной среды и активизации геологических и инженерно-геологических процессов.

На изучаемом участке глубина скважин, предусмотренная проектом, составляет 23,0 м. Для изучения инженерно-геологического разреза данной территории необходимо выполнить бурение 20 скважин.

По классификации горных пород по буримости грунты, слагающие данный геологический разрез относятся к следующим категориям:

**ИГЭ – 1:** Насыпные грунты: супеси, суглинки со строительным мусором, щебнем – III категория пород по буримости.

**ИГЭ – 2:** Суглинки тяжелые с прослоями лёгких, пылеватые, тугопластичные, коричневые, с прослоями песка – II категория пород по буримости.

**ИГЭ – 3:** Суглинки легкие, пылеватые, мягкопластичные с прослоями текучепластичных коричневые, с прослоями песка – I категория пород по буримости.

**ИГЭ – 4:** Суглинки тяжелые, пылеватые, текучепластичные с прослоями текучих, коричневые, ленточные – I категория пород по буримости.

**ИГЭ – 6:** Пески пылеватые, плотные. Серые, насыщенные водой, с прослоями супеси – III категория пород по буримости.

**ИГЭ – 7:** Супеси пылеватые, пластичные, серые, с гравием, галькой, линзами песка – III категория пород по буримости.

**ИГЭ – 8:** Суглинки легкие, пылеватые, тугопластичные с линзами полутвердых, серые, с гравием, галькой, линзами песка – III категория пород по буримости.

### Выбор конструкции скважины

Согласно классификации буровых скважин, существуют следующие инженерно-геологические скважины по их назначению: зондировочные, разведочные, технические, гидрогеологические и специального назначения. Исходя из того, какие задачи нам нужно выполнить при бурении, а именно изучение геологического разреза, изучить последовательность залегания слоев и их мощность, отбор образцов для изучения текстурных и структурных особенностей грунта и т.д., по назначению скважины в данном проекте будут разведочными.

Выбор конструкции скважины определяется: способом и технологией бурения, геологического строения, глубиной скважины, минимального диаметра монолита. На рисунке 3.5 представлены типовые конструкции инженерно-геологических скважин, взятые из учебного пособия Ребрика М.Б.

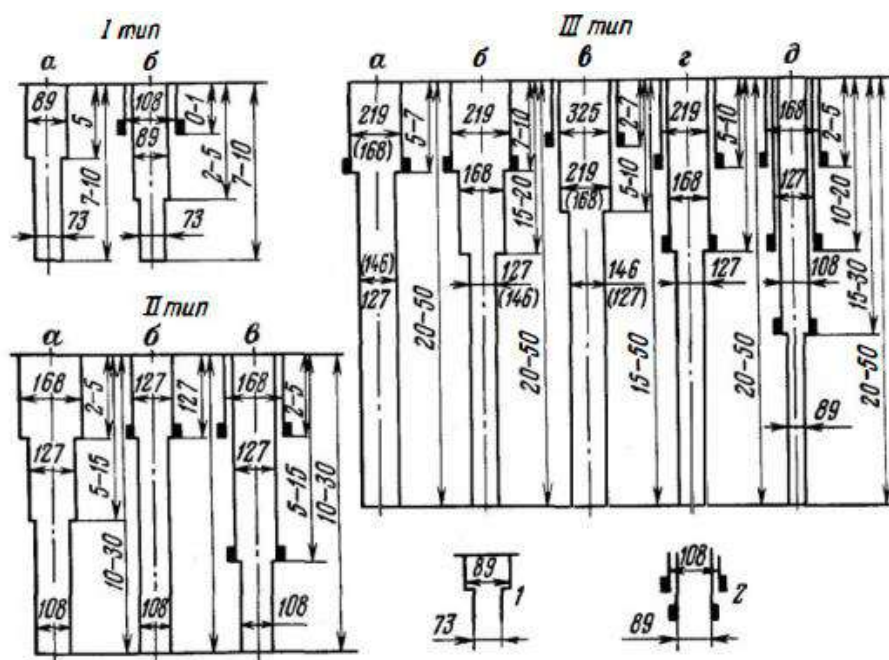


Рисунок 14 Типовые конструкции инженерно-геологических скважин малого диаметра: а, б, в, г, д – группы скважин; 1 – скважины или части скважин, бурение которых осуществляется без крепления обсадными трубами; 2 – то же, с креплением обсадными трубами

К разрезу на проектируемом участке выбираем тип Пв, так как ствол скважины требует закрепление обсадными трубами.

Конструкция скважин имеет следующее строение: с поверхности до глубины 10,7 м диаметр скважины 132 мм, этот интервал закрепляется обсадными трубами 146 мм; от 10,7 до 23,0 м диаметр скважины 127 мм. закрепляется обсадными трубами 146 мм.

Согласно приложению Г СП 11-105-97 часть I при изучении разреза дисперсных глинистых грунтов до глубины 10-20 м наиболее рационально применение ударно-канатного способа бурения кольцевым забоем со сплошным отбором образцов ненарушенной структуры для лабораторных определений. Диаметр бурения до 168 мм [21]

### **Выбор буровой установки**

Проектом предусмотрено бурение разведочных скважин буровой установкой УГБ-1 ВС (установка геологического бурения) (рис. 15).



Рисунок 15 Буровая установка УГБ-1 ВС на ходовой раме ЗИЛ-131  
Особенностями установки УГБ-1 ВС являются:

- работу с грунтами I-IV категорий.
- сравнительно большую глубину бурения порядка 100 метров.
- возможность установки шнеков для различных диаметров отверстий.
- применяемые методы бурения – шнековый, колонковый, ударный.
- установки полностью разборные, поэтому легко перевозятся до объекта.
- комплекты сменного оборудования обеспечивают универсальность использования.

Машина УГБ-1 ВС имеет основу с дизельным мотором автоматического типа. Такая особенность прекрасно сочетает установку с другими ходовыми рамами: ЗИЛ, УРАЛ, КамАЗ, МАЗ, гусеницы.

Таблица 19 –Техническая характеристика

Ход вращателя, м	3,2
Усилие подачи, кН:	
- вверх	80
- вниз	30
Высота мачты, м	8,65
Крутящий момент, Нм	5000
Грузоподъемность мачты, кН	52
Номинальная глубина бурения, м:	
- шнеками 135мм	50
- шнеками 180мм	25
- шнеками 300мм	12
- шурфобуром	12
- ударно-канатное	35
Диаметр бурения, макс., мм:	
- шнеками	300
- шурфобуром	650
-пневмопробойниками	250

### Выбор бурового инструмента

Для ударно-канатного бурения в качестве породоразрушающего инструмента для глинистых грунтов моренных отложений применяется забивной грунтонос ГЗ-2 диаметром 125мм. Для грунтов от текучей до мягкопластичной консистенции применяется бурение вдавливающим способом с помощью грунтоноса ГВ-4 диаметром 132 мм.

Бурение будет осуществляться рейсами 0,5-0,7 м рейсами (не более 1 м).

Бурильные трубы служат для спуска бурового снаряда в скважину и передачи импульса породоразрушающему инструменту с поверхности, передачи осевой нагрузки на забой скважины. Применяем стальные бурильные трубы муфтово-замкового соединения с наружным диаметром 54 мм длиной 2000 мм.

### **Сопутствующие бурению работы**

В процессе бурения выработок делается порейсовое описание всех встреченных литологических разновидностей грунтов с отражением их текстурных и структурных особенностей, производился отбор проб для лабораторных исследований свойств грунтов и их химического анализа. Номенклатура грунтов определяется в соответствии с ГОСТ 25100-2011.

Полевая документация ведется в соответствии с требованиями «Пособия по составлению и оформлению документации инженерных изысканий для строительства», часть 2.

После окончания полевых работ выработки ликвидируются выбуренным грунтом с послойной трамбовкой с целью исключения загрязнения природной среды и активизации геологических и инженерно-геологических процессов и закреплены знаками для инструментальной привязки.

### **3.3.6. Полевые испытания грунтов**

#### **Статическое зондирование**

Выбор методов опытных работ исследований грунтов осуществляется в зависимости от вида изучаемых грунтов и целей исследований с учетом стадий (этапов) проектирования, уровня ответственности сооружения (ГОСТ 27751-2014), степени изученности и сложности инженерно-геологических условий[39].

Предусматривается проведение опытов статического зондирования грунтов, согласно ГОСТ 19912-2012. Статическое зондирование применяется для испытания немерзлых и талых песчано-глинистых грунтов, содержащих не более 25 % частиц крупнее 10 мм. Метод основан на том, что песчано-

глинистые породы в зависимости от их состава и свойств оказывают различное сопротивление при задавливании в породу зонда с коническим наконечником. Результаты статического зондирования оформляются в виде графиков зависимости изменения удельного сопротивления грунта под конусом зонда ( $q$ ) от глубины и изменение сопротивления грунта по боковой поверхности ( $Q$ ) от глубины [40].

### 3.3.7. Лабораторные исследования

Таблица 20– Лабораторные работы по объекту

Лабораторные работы			
1.	Гранулометрический состав	Ареометрический метод, ситовой метод	ГОСТ 12536-2014[33]
2.	Влажность	Метод высушивания до постоянной массы	ГОСТ 5180-2015[34]
3.	Влажность на границе текучести	Метод пенетрации конусом	ГОСТ 5180-2015[34]
4.	Влажность на границе раскатывания	Метод раскатывания в жгут	ГОСТ 5180-2015[34]
5.	Плотность частиц грунта	Пикнометрический метод	ГОСТ 5180-2015[34]
6.	Плотность грунта	Метод режущего кольца	ГОСТ 5180-2015[34]
7.	Определение модуля деформации $E$	Компрессионный метод	ГОСТ 12248-2010[35]
8.	Определение сцепления, угла внутреннего трения $C$ , $\varphi$	Метод одноплоскостного среза	ГОСТ 12248-2010[35]



## 1) Определение плотности грунта методом режущего кольца (ГОСТ 5180-2015).

Метод режущих колец заключается в отборе проб грунта при помощи колец-пробоотборников. Кольца-пробоотборники изготавливают из стали с антикоррозионным покрытием или из других материалов, не уступающих по твердости и коррозионной стойкости. Плотность следует определять не менее чем для двух параллельных проб, отбираемых из исследуемого образца грунта. Значение плотности вычисляют как среднее арифметическое из результатов параллельных определений.

Необходимое оборудование и материалы:

- Весы лабораторные с разновесами.
- Нож с прямым лезвием.
- Лопатка плоская.
- Пластины гладкие (стекло, металл).
- Насадка для вдавливания колец.
- Вазелин технический.
- Режущие кольца пробоотборники.



Рисунок 16 Комплект колец-пробоотборников предназначен для определения плотности КП-402

Сначала находят вес пустого кольца и его внутренний объем. Затем, поставив на зачищенную и выравненную поверхность монолита грунта режущее кольцо заостренной стороной задавливают его в грунт с помощью

специального приспособления до полного заполнения. Отделив режущее кольцо вместе с грунтом от монолита, необходимо подравнять поверхности грунта строго по кромке кольца. Кольцо с грунтом взвешивается на электронных весах с точностью до 0,01г.

Вычитая из полученного веса вес пустого кольца, находят вес грунта в кольце. Объем грунта равен внутреннему объему кольца. Определив вес грунта и объем его, вычисляют плотность грунта по формуле

$$\rho = (m_1 - m_0)/V$$

где  $m_1$  — масса грунта с кольцом, г;

$m_0$  — масса кольца, г;

$V$  — внутренний объем кольца, см<sup>3</sup>.

Настоящий метод считается крайне простым, быстрым и мало затратным. Но в связи с его простотой, не совершенно точным. Так грунт, имеющий большое количество включений, будет крайне сложно вырезать, не утрамбовав его, тем самым увеличив плотность. Либо наоборот не полностью заполнить режущее кольцо грунтом, тем самым уменьшить плотность. Метод режущего кольца применяют для грунтов, легко поддающихся вырезке, но не склонных к крошению, а также в тех случаях, когда и форма отбираемого образца грунта могут быть сохранены только при помощи жесткой тары. Следовательно, хоть метод элементарный, но подходящий не для всех типов грунтов[34]

**2) Естественная влажность грунта** — свойство грунта, обусловленное наличием в нём различных категорий воды в его естественном залегании. Главной причиной изменения физико-механических свойств грунта является изменение влажности грунта.

Измеряется по ГОСТ 5180-2015 (Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик) [34]

**Определение влажности грунта методом высушивания до постоянной массы.**

Необходимое оборудование и материалы:

- сушильный шкаф
- лабораторные весы по ГОСТ 24104;
- металлические или стеклянные бюксы по ГОСТ 25336;
- шпатель по ГОСТ 10778.

Пробу грунта для определения влажности отбирают массой 15-50 г, помещают в заранее высушенный, взвешенный ( $m$ ) и пронумерованный бюкс и плотно закрывают крышкой. При отборе пробы из образца нарушенной структуры грунт нужно тщательно перемешать, чтобы влажность распределилась по образцу равномерно.

Если в исследуемом грунте присутствуют включения, то при отборе пробы на влажность нужно удалить все видимые включения. Пробу грунта в закрытом бюксе взвешивают. Открытый бюкс помещают в нагретый сушильный шкаф. Грунт высушивают до постоянной массы при температуре  $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Высушивание проводят до получения разности масс грунта с бюксом при двух последующих взвешиваниях не более 0,02 г.

Влажность грунта следует определять, как отношение массы воды, удаленной из грунта высушиванием до постоянной массы, к массе высушенного грунта[34]

### **3) Влажность на границе текучести и границе раскатывания**

В зависимости от влажности глинистый грунт может находиться в одном из трех состояний: твердом, пластичном или текучем.

Изменение консистенции грунта происходит при определенных граничных значениях влажности, называемых пределами пластичности.

Различают два предела нижний и верхний, называемые соответственно влажностью на границе пластичности (раскатывания)  $W_p$  и влажностью на границе текучести  $W_L$ .

Необходимое оборудование:

- технические весы с разновесами,
- сушильный шкаф,
- эксикатор с хлористым кальцием (для поглощения влаги),
- бюксы,
- шпатель,
- фарфоровая чашка,
- лист глянцевой бумаги или ровная гладкая доска,
- балансирный конус,
- специальная подставка,
- тигли,
- резиновый пестик с фарфоровой ступкой,
- сито с отверстиями 1 мм.

Подготовка грунтовой пробы: Образец грунта объемом около 100 см<sup>3</sup> размять шпателем или размягчить пестиком в ступке и пропустить (протереть или просеять) сквозь сито с отверстиями 1 мм. После этого грунт поместить в чашку и увлажнить до состояния густой пасты, тщательно перемешивая. Закрыть чашку крышкой и оставить не менее чем на 2 часа для образования однородной (по влажности) массы[34]

### **Определение влажности на границе текучести (ГОСТ 5180-2015)**

1. Заполнить тигель грунтовой пастой вровень с краями без образования пустот и поставить его на специальную подставку.

2. На поверхность грунта осторожно опустить балансирный конус, держа его за ручку, и наблюдать за его свободным погружением в течение 5 с. Если конус погрузится строго до отметки (на 10 мм), то влажность грунта находится на границе текучести  $W_L$ .

3. Если конус погрузится на меньшую или на большую глубину, это говорит о том, что влажность грунта не достигла или превысила границу  $W_L$ . В этом случае пасту из тигля вынуть, добавить в нее по необходимости

несколько капель воды или просушить грунт и все тщательно перемешать. Повторить операции, указанные в п.2.

4. По достижении границы  $W_L$  из тигля взять навеску грунта массой 10-15 г и определить соответствующую влажность весовым способом.



Рисунок 17 Балансирный конус Васильева

### **Определение влажности грунта по границе раскатывания (ГОСТ 5180-2015)**

1. Небольшой кусочек грунтовой пасты раскатать пальцами на стеклянной или пластмассовой пластинке до образования жгута диаметром около 3 мм.

2. Граница  $W_p$  считается достигнутой, когда жгут толщиной около 3 мм начнет крошиться по всей длине на отдельные кусочки длиной 5-10 мм.

3. Взять несколько кусочков жгута общей массой 10-15 г и определить соответствующую влажность весовым способом[34]



Рисунок 18 Результаты опытов для определения границ пластичности до Высушивания

#### **4) Определение гранулометрического состава ареометрическим методом**

Определение гранулометрического состава глинистых грунтов ареометрическим методом производят путем измерения плотности суспензии ареометром в процессе ее отстаивания[33]



Рисунок 19 Определение плотности суспензии ареометром

**4) Механические свойства грунтов** будут определяться в соответствии с ГОСТ 12248-2010, по следующим методикам:

- деформационные свойства грунтов будут изучаться на образцах природной влажности в приборах ПКП - 10 с площадью кольца 50 см<sup>2</sup>. Нагрузка передается ступенями по 0,05 МПа (0,5 кг/см<sup>2</sup>) со стабилизацией осадок на каждой ступени нагрузки. Модуль деформации подсчитывается с коэффициентом  $\beta$ , учитывающим отсутствие поперечного расширения грунта

в одометре, и коэффициентом  $m_k$  (коэффициент Агишева), учитывающим переход от испытаний в приборе к работе грунта в массиве[35]



Рисунок 20 Прибор компрессионного сжатия ПКП - 10

- Сопротивление грунтов сдвигу будет определяться на сдвиговых приборах ПСД - 40 (рис. 19) при вертикальном давлении на штамп 0.1, 0.2, 0.3 МПа, либо 0.05, 0.1, 0.15 МПа по схеме неконсолидированного и консолидированного испытания[35]



Рисунок 21 Сдвиговой прибор ПСД - 40

## 5) Исследования коррозионной агрессивности грунта

В лабораторных условиях согласно СП 11–105–97 приложение М будут выполняться исследования коррозионной активности грунтов к стали, бетону, свинцу и алюминию [21]

Для определения коррозионной активности грунтов будет оцениваться удельное электрическое сопротивление грунтов и плотность катодного тока

согласно ГОСТ 9.602-2016. Для этих измерений проектом предусматривается использование комплексного анализатора коррозионной активности грунта «АКАГ» (рис. 22).[32]



Рисунок 22 Комплексный анализатор «АКАГ»

Для определения коррозионной активности грунтов к бетону, свинцу и алюминию предусматривается определения химического состава водной вытяжки из грунтов, согласно ГОСТ 9.602-2016 по следующим показателям: pH;  $\text{HCO}_3$ ; Cl;  $\text{SO}_4$ ; Mg; Ca; Na+K.[32]

При выполнении лабораторных работ ведутся журналы согласно ГОСТ 12536-2014, ГОСТ 5180-2015, ГОСТ 12248-2010, ГОСТ 9.602-2016[32],[33],[34],[35]

#### **б) Определение консистенции грунта в естественном сложении и пределов пластичности при помощи конуса Бойченко.**

Основными классификационными показателями дисперсных глинистых грунтов, согласно ГОСТ 25100-2011 являются гранулометрический состав, естественная влажность, плотность грунта, плотность частиц грунта, число пластичности и показатель текучести. Данные критерии оценки дают нам представление о естественноисторическом образовании массива грунтов[38]

Показатель текучести  $I_L$  один из наиболее широко используемых в целях инженерно-геологических изысканий классификационный показатель, используемый в практике лабораторных испытаний связных дисперсных минеральных грунтов. Показатель текучести является расчетной величиной и рассчитывается как отношение разницы естественной влажности и влажности нижнего предела пластичности к числу пластичности по формуле:



$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p}$$

Глинистые грунты делятся на разновидности по консистенции в соответствии с таблицей Б.19 ГОСТ 25100-2011.[38]

Таблица 21– Б.19 ГОСТ 25100-2011 Приложение Б.

Разновидность глинистых грунтов	Показатель текучести $I_L$ , д. е.
Супесь:	
- твердая	$I_L < 0$
- пластичная	$0 \leq I_L \leq 1,00$
- текучая	$I_L > 1,00$
Суглинки и глины:	
- твердые	$I_L < 0$
- полутвердые	$0 \leq I_L \leq 0,25$
- тугопластичные	$0,25 < I_L \leq 0,50$
- мягкопластичные	$0,50 < I_L \leq 0,75$
- текучепластичные	$0,75 < I_L \leq 1,00$
- текучие	$I_L > 1,00$

Несмотря на то, что показатель текучести один из основных классификационных показателей, он характеризует грунты в нарушенном сложении и не дает полного представления о консистенции грунта в его естественном сложении. К тому же, в связи с субъективностью определения пределов пластичности, определение  $I_L$  ведется с определенной лабораторной погрешностью.

В связи со всем вышеперечисленным в 1964г. П.О.Бойченко был введен и теоретически обоснован термин показатель консистенции грунта ненарушенного сложения –  $C_B$ . Показатель консистенции грунта ненарушенного сложения интеграционный и зависит, прежде всего, от типов и площадей контактов между отдельными элементами грунтовой системы и характеризует естественное (фацально-генетическое) состояние грунта.

Показатель консистенции  $C_B$  и показатель текучести  $I_L$  это абсолютно разные по физико-химическим характеристикам показатели. В связи с чем  $C_B$  активно используется на территории Ленинградской области.

## Определение консистенции грунта в естественном сложении

Пенетрометр конструкции П.О.Бойченко предназначен для определения границ пластичности и консистенции грунтов методом конуса.



Технические характеристики ПБ-1Ф:

- Масса подвижной части прибора, г 300
- Угол конуса наконечника, градус 30
- Высота конуса, мм 60
- Цена деления мерной шкалы с нониусом, мм 0.1
- Размер мерной шкалы, мм 62

Из образца грунта ненарушенного сложения (монолита) вырезается кольцо, которое устанавливается на рабочий столик прибора. Угол конуса опускают до ровной зачищенной поверхности грунта винтом и отпускают стопор, чтобы конус вошел в грунт под действием собственного веса. Через 5 секунд после отпускания стопора по мерной шкале снимают показания глубины погружения конуса. Таким образом проводят от трех до пяти испытаний и вычисляют среднее значение, по которому определяется показатель консистенции согласно таблице 22.

Таблица 22– Консистенция грунтов по показаниям конуса Бойченко

Глубина погружения конуса, $h$ в мм.	$C_B$	Консистенция
$< 1,5$	$< -0,25$	твердая
$1,5 - 4,0$	$-0,25 - 0$	полутвердая
$4,0 - 7,4$	$0 - 0,25$	тугопластичная
$7,4 - 16,0$	$0,25 - 0,75$	мягкопластичная
$16,0 - 22,5$	$0,75 - 1,00$	текучепластичная
$> 22,5$	$> 1,00$	текучая

Значения показателя консистенции глинистого грунта естественного сложения в зависимости от глубины погружения конуса показаны в таблице 23, а так же представлены в графической форме на рисунке 23.

Таблица 23– Переход от величины погружения конуса к показателю консистенции грунта

h мм	Cв	h мм	Cв	h мм	Cв	h мм	Cв	h мм	Cв	h мм	Cв
1,0	-0,27	4,6	0,05	8,2	0,31	11,8	0,53	17,0	0,78	35,0	1,44
1,2	-0,25	4,8	0,07	8,4	0,32	12,0	0,55	18,0	0,82	36,0	1,47
1,4	-0,23	5,0	0,08	8,6	0,33	12,2	0,56	19,0	0,86	37,0	1,50
1,6	-0,21	5,2	0,09	8,8	0,35	12,4	0,57	20,0	0,90	38,0	1,54
1,8	-0,19	5,4	0,11	9,0	0,36	12,6	0,58	21,0	0,94	39,0	1,58
2,0	-0,17	5,6	0,12	9,2	0,37	12,8	0,59	22,0	0,98	40,0	1,61
2,2	-0,16	5,8	0,13	9,4	0,39	13,0	0,61	23,0	1,02	41,0	1,64
2,4	-0,13	6,0	0,15	9,6	0,4	13,2	0,62	24,0	1,06	42,0	1,67
2,6	-0,12	6,2	0,16	9,8	0,41	13,4	0,63	25,0	1,10	43,0	1,70
2,8	-0,09	6,4	0,17	10,0	0,43	13,6	0,64	26,0	1,13	44,0	1,73
3,0	-0,08	6,6	0,2	10,2	0,44	13,8	0,65	27,0	1,17	45,0	1,77
3,2	-0,07	6,8	0,21	10,4	0,45	14,0	0,66	28,0	1,20	46,0	1,85
3,4	-0,05	7,0	0,23	10,6	0,46	14,2	0,67	29,0	1,24	47,0	1,87
3,6	-0,03	7,2	0,24	10,8	0,47	14,4	0,68	30,0	1,27	48,0	1,89
3,8	-0,01	7,4	0,25	11,0	0,48	14,6	0,69	31,0	1,30		
4,0	0,00	7,6	0,27	11,2	0,49	14,8	0,7	32,0	1,33		
4,2	0,01	7,8	0,28	11,4	0,5	15,0	0,71	33,0	1,37		
4,4	0,03	8,0	0,29	11,6	0,52	16,0	0,74	34,0	1,40		

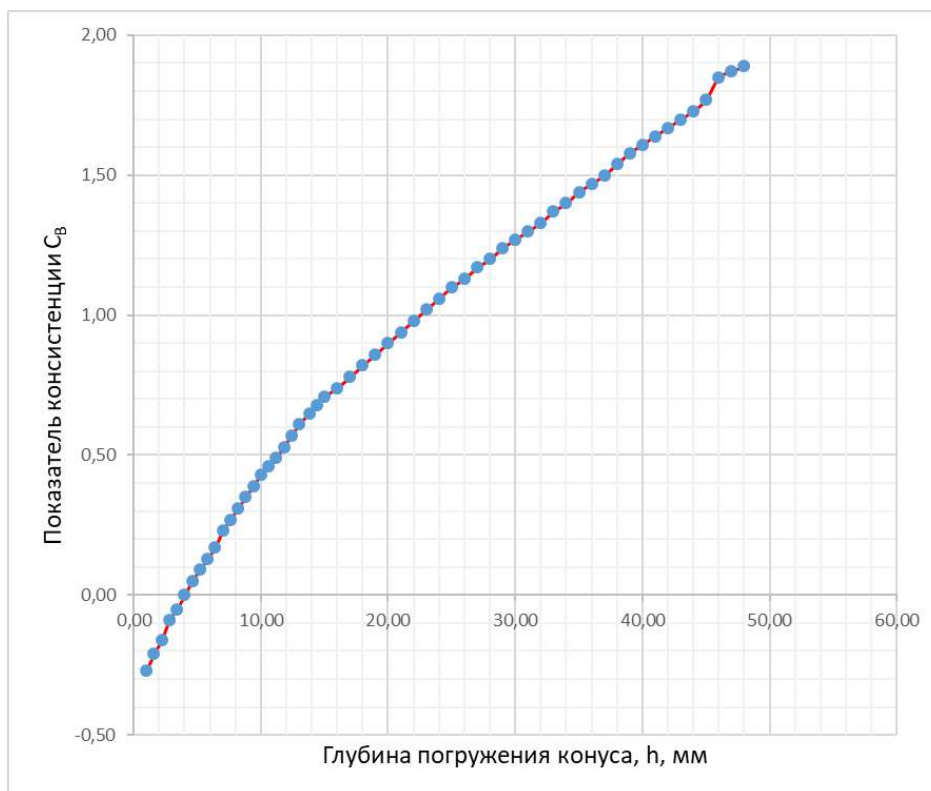


Рисунок 23. График зависимости показателя консистенции от глубины погружения конуса

Разница между показателями консистенции в ненарушенном сложении и показателями текучести в нарушенном сложении представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Разница по показателям текучести  $I_L$  и консистенции  $C_B$

Показатель текучести $I_L$	Показатель консистенции $C_B$	Разновидности грунтов
< 0	< -0,25	твердые
0 – 0,25	-0,25 – 0	полутвердые
0,25 – 0,50	0 – 0,25	тугопластичные
0,50 – 0,75	0,25 – 0,75	мягкопластичные
0,75 – 1,00	0,75 – 1,00	текучепластичные
> 1,00	> 1,00	текучие

Из таблицы 24 видно, что показатели  $I_L$  и  $C_B$  не одинаковы, поэтому, чтобы оценить состояние естественного сложения грунта был введен показатель структурной прочности грунта:  $K_{сп}$ , который рассчитывается по формуле и позволяет ввести новую классификацию, представленную в таблице 25.

$$K_{сп} = C_B - I_L$$

Таблица 25– Классификация по  $K_{сп}$ 

$K_{сп}$	Классификация
$>0$	Грунты структурно устойчивые
$=0$	Грунты структурно однородные
$<0$	Грунты структурно неустойчивые

По данным ТРЕСТ ГРИИ были составлены графики зависимостей показателей консистенции и текучести типичных для Ленинградской области лимно-гляциальных и моренных грунтов. По этим графикам наглядно видно, что структурная прочность грунтов в естественном сложении выше чем у грунтов в нарушенном сложении. Так же при помощи этих графиков и лабораторных определений показателей можно определить генезис грунта.

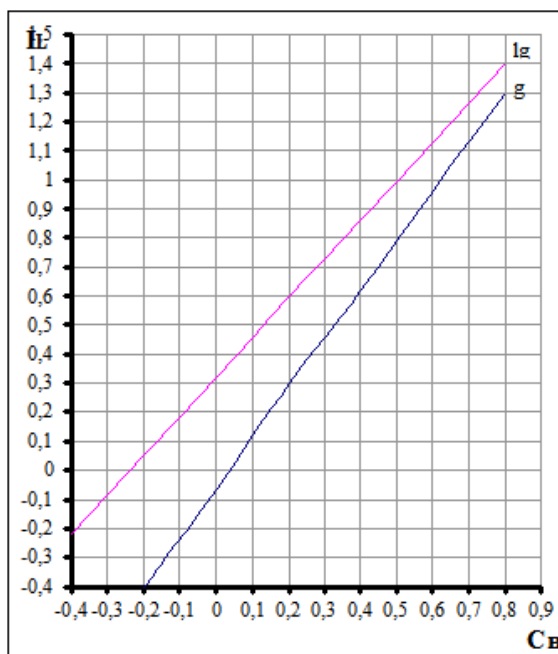


Рисунок 24–Графики зависимости показателей консистенции и текучести для озерно-ледниковых и ледниковых отложений Ленинградской области

## **Определение пределов пластичности при помощи пенетрации конусом конструкции П.О. Бойченко**

Верхний предел пластичности грунта соответствует погружению конуса на глубину 22,5 мм в грунтовую массу за 5 секунд.

Нижний предел пластичности соответствует погружению конуса на глубину 4,0 мм в грунтовую массу за 5 секунд.

**Определение границы раскатывания:** в стандартное срезное кольцо помещается грунтовая паста методом послойного трамбования, кольцо помещается на рабочий столик и производится измерение путем свободного опускания конуса в грунтовую пасту. Глубина погружения должна быть в пределах от 3 до 6 мм.

**Определение границы текучести** проводится аналогично границе раскатывания, консистенция грунтовой пасты должна быть такой, чтобы погружение конуса было в пределах от 18 до 25 мм.

Лабораторией ООО «ИЦ «Изыскатель» были проведены испытания грунтов в г. Кудрово для определения пределов пластичности двумя разными способами для одних и тех же образцов грунта.

Способ 1. Влажность на границе текучести получена способом пенетрации балансирным конусом Васильева, а влажность на границе раскатывания получена методом раскатывания в жгут. Результаты представлены в таблице 26.

Таблица 26– Результаты лабораторных испытаний стандартными методами

Глубина отбора образца, м	Влажность			Число пластичности $I_p$ , д.е.	Показатель текучести, $V$	Показатель консистенции (Бойченко), $C_b$	Классификация грунта (по ГОСТ 25100-2011)	Классификация грунта по $C_b$
	Природная влажность $W_n$ , д.е.	Влажность на границе текучести $W_l$ , д.е.	Влажность на границе раскатывания $W_p$ , д.е.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
31,20	0,372	0,293	0,208	0,085	1,93	0,36	Суглинок текучий	Суглинок мягкопластичный
34,30	0,361	0,377	0,263	0,114	0,86	0,43	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
36,80	0,327	0,287	0,191	0,096	1,42	0,43	Суглинок текучий	Суглинок мягкопластичный
30,20	0,282	0,359	0,195	0,164	0,53	0,55	Суглинок мягкопластичный	Суглинок мягкопластичный
33,20	0,269	0,327	0,183	0,143	0,60	0,23	Суглинок мягкопластичный	Суглинок мягкопластичный
35,00	0,295	0,357	0,215	0,142	0,57	0,55	Суглинок мягкопластичный	Суглинок мягкопластичный
28,30	0,356	0,362	0,248	0,114	0,95	0,55	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
31,70	0,349	0,347	0,237	0,110	1,02	0,46	Суглинок текучий	Суглинок мягкопластичный
33,00	0,298	0,338	0,228	0,110	0,63	0,61	Суглинок мягкопластичный	Суглинок мягкопластичный
32,00	0,329	0,325	0,232	0,093	1,04	0,66	Суглинок текучий	Суглинок мягкопластичный
34,50	0,384	0,309	0,224	0,086	1,87	0,40	Суглинок текучий	Суглинок мягкопластичный

Способ 2. Пределы пластичности определены при помощи конуса Бойченко. Результаты определений представлены в таблице 27.

Таблица 27–Определение пределов пластичности при помощи конуса Бойченко

Интервал отбора образца, м	Влажность			Число пластичности $I_p$ , д.е.	Показатель текучести $I_L$ , д.е.	Показатель консолидации (Бойченко), $C_b$	Классификация грунта (по ГОСТ 25100-2011)	Классификация грунта по $C_b$
	Природная влажность $W_n$ , д.е.	Влажность на границе текучести $W_l$ , д.е.	Влажность на границе раскатывания $W_p$ , д.е.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
31,20	0,372	0,376	0,237	0,139	0,97	0,36	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
34,30	0,361	0,371	0,236	0,135	0,93	0,43	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
36,80	0,327	0,347	0,208	0,139	0,86	0,43	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
30,20	0,282	0,298	0,192	0,106	0,85	0,55	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
33,20	0,269	0,274	0,200	0,074	0,93	0,23	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
35,00	0,295	0,309	0,208	0,101	0,86	0,55	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
28,30	0,356	0,367	0,241	0,126	0,91	0,55	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
31,70	0,349	0,366	0,237	0,129	0,87	0,46	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
33,00	0,298	0,317	0,222	0,095	0,80	0,61	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
32,00	0,329	0,339	0,236	0,103	0,90	0,66	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
34,50	0,384	0,413	0,253	0,160	0,82	0,40	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный

Анализируя данные таблиц 24 и 25, можно заметить, что данные, полученные при помощи конуса Бойченко более однородны при условии, что берутся образцы одного и того же грунта, что говорит о субъективной оценке данных при стандартных испытаниях грунта.

### Выводы:

1. Определение пределов пластичности при помощи конуса конструкции Бойченко более точен, в сравнении с более распространенными в России



методами балансирующего конуса Васильева и раскатывания в жгут, потому что лишен субъективной оценки.

2. Значение показателя консистенции грунта значительно отличается от показателя текучести и существенно облегчает работу проектировщиков Ленинградской области.

### **3.3.8. Камеральная обработка результатов**

Целью камеральных работ является составление отчёта по итогам полевых и лабораторных исследований грунтов. Камеральная обработка материалов должна быть исполнена в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016, СП 11-105-97, ГОСТ 25100-2011, ГОСТ 20522-2012. Текущую обработку материалов нужно производить с целью обеспечения проверки полноты и качества инженерно-геологических работ и своевременной корректировки программы изысканий в зависимости от приобретённых промежуточных результатов изыскательских работ [20], [21], [38], [37]

В процессе текущей обработки результатов испытаний выполняются:

- просмотр и проверка описаний горных выработок,
- составление графиков обработки полевых исследований грунтов,
- каталогов и ведомостей горных выработок, образцов грунтов и проб воды для лабораторных исследований,
- координирование между собой результатов отдельных видов инженерно-геологических работ,
- составление литологических колонок, предварительных инженерно-геологических разрезов, карты фактического материала, предварительных инженерно-геологических карт с пояснительными записями к ним.

Во время финальной камеральной обработки совершается уточнение и доработка представленных предварительных материалов, оформление текстовых и графических приложений и составление текста технического отчёта о результатах инженерно- геологических изысканий, содержащего все

необходимые сведения и данные об изучении, оценке и прогнозе возможных изменений инженерно-геологических условий, а также рекомендации по проектированию и проведению строительных работ в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 предъявляемыми к материалам инженерных изысканий для строительства на соответствующем этапе разработки предпроектной и проектной документации [20].

Итогом обработки данных изысканий является технический отчет или инженерно-геологическое заключение с текстовыми и графическими приложениями, которые обязательно содержат:

- карту фактического материала;
- колонки инженерно-геологических выработок с физико-механическими характеристиками грунтов;
- ведомости исследований грунтов и воды;
- сводную инженерно-геологическую таблицу;
- отчет об инженерно-геологических изысканиях.

При камеральной обработке будут использованы следующие программы:

- Microsoft Word – для написания текстовой части отчета;
- Microsoft Excel – для вспомогательных вычислений и составления таблиц;
- AutoCAD 2016 – для составления графической части отчета;
- GeoSimple – для обработки данных статического зондирования и штамповых испытаний;
- Геолог 5.0 – для статистической обработки результатов лабораторных испытаний физических свойств грунтов.
- EngGeo 4.5 - для статистической обработки результатов лабораторных испытаний механических свойств грунтов.

## **IV. СОЦИАЛЬНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО ЖИЛОГО ДОМА**

### **ВВЕДЕНИЕ**

В административном отношении участок проектируемых работ расположен во Всеволожском районе Ленинградской области, г. Кудрово, ул. Пражская.

Климат Всеволожского района характеризуется умеренно теплым летом и продолжительной, неустойчивой, с частыми оттепелями зимой. В отдельные дни температура воздуха при оттепелях достигает положительных значений, что вызывает интенсивное таяние снега и при последующем похолодании приводит к образованию ледяной корки. Наиболее мягкой и неустойчивой бывает первая половина зимы. Весна и осень носят затяжной характер.

Целью выполнения инженерных изысканий является подготовка данных для разработки проектной и рабочей документации для строительства многоэтажного жилого дома со встроенно-пристроенными помещениями.

При проведении полевых и камеральных работ на участке работ могут возникнуть опасные и вредные факторы, анализ их проведен согласно ГОСТ 12.0.003-2015.

При производстве инженерно-геологических изысканий предусматривается выполнение работ по сбору и систематизации материалов изысканий прошлых лет, инженерно-геологическая съемка, проходка горных выработок, лабораторные исследования грунтов, камеральная обработка материалов.

#### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

##### **4.1.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства**

В соответствии с Трудовым кодексом РФ, к выполнению буровых работ допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие соответствующую профессию

(квалификацию), подтвержденную удостоверением (свидетельством) установленного образца, выданного учебным центром или другим учебным заведением, а также имеющие удостоверение на право управления базовым автомобилем.

Перед допуском к самостоятельной работе, согласно Требованиям безопасности к буровому оборудованию РД 08-272-99 машинист обязан пройти:

а) медицинское освидетельствование для признания годности к выполнению работ по профессии и видам работ, в порядке, установленном Минздравсоцразвития России;

б) вводный инструктаж по охране труда;

в) первичный инструктаж на рабочем месте;

г) обучение по безопасности труда по основной и совмещаемым профессиям, а также стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований охраны труда;

д) обучение и аттестацию по электробезопасности на 2 квалификационную группу.

Работникам, занятым в производствах с вредными и опасными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением или производимых в особых температурных условиях, выдаются по установленным нормам специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты.

#### **4.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Основным объектом в производственных условиях является рабочее место. Согласно ГОСТ 12.2.032-78 при организации рабочих мест учитывают то, что конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение его элементов должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим данным человека, а также характеру.

При выборе положения работающего учитывают: физическую тяжесть

работ; размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ; технологические особенности процесса выполнения работ; статические нагрузки рабочей позы; время пребывания.

Таким образом, можно сделать вывод, о том, что социальная ответственность является важной и неотъемлемой частью при инженерно-геологических работах. Поскольку несоблюдение техники безопасности, неправильная организация рабочего места и другие нарушения в процессе инженерно-геологических работ могут повлечь за собой негативные последствия, опасные для жизни и здоровья человека. Необходимо формировать устойчивые механизмы социальной ответственности в обществе и особое внимание уделять контролю над их работой.

#### **4.2 Производственная безопасность**

Первопричиной всех травм и заболеваний, связанных с процессом труда, является неблагоприятное воздействие на организм человека тех или иных факторов производственной среды и трудового процесса. Это воздействие зависит от наличия в условиях труда того или иного фактора, его потенциально неблагоприятных для организма человека свойств, длительность воздействия данного фактора.

Анализ опасных и вредных факторов приведен согласно ГОСТ 12.0.003-2015 и представлен в таблице 28.

Все предусмотренные проектом работы выполняются в соответствии с техническим заданием и план-графиком мероприятий.

Таблица 28–Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Полевой	Камеральный этап	Обработка данных	
1.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе	+			ГОСТ 12.2.003-91 ГОСТ 12.2.062-81 ГОСТ 12.3.009-76 ГОСТ 12.4.011-89 ГОСТ 12.4.125-83 ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 23407-78 ГОСТ 12.1.030-81 ГОСТ 12.1.006-84 ГОСТ 12.1.038-82 ГОСТ 12.1.003-2014 ГОСТ 12.4.002-97 ГОСТ 12.4.024-76 ГОСТ 12.1.007-76 ГОСТ 12.1.004-91 ГОСТ 12.1.045-84 СанПиН 2.2.4.548-96 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.4.3359-16 СН 2.2.4/2.1.8.566-96 ГОСТ 12.1.003-2014 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 ГОСТ 12.1.012-2004 ГОСТ 12.2.003-91 ГОСТ 12.1.004-91 ГОСТ 12.1.005-88 СанПиН 2.2.1/2.1.11278-03 ПУЭ ГОСТ 17.2.1.03-84 ГОСТ 17.4.3.04-85
2. Превышение уровня шума и вибрации	+			
3. Тяжесть физического труда	+			
4.Отклонение показателей микроклимата помещений		+	+	
5. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
6. Утечки токсических и вредных веществ в рабочую зону		+	+	
7. Монотонность труда		+	+	
8.Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	+			
9.Вероятность поражения электрическим током	+	+	+	

#### **4.1.3. Анализ выявленных вредных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия**

##### **ПОЛЕВОЙ ЭТАП**

###### **1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.**

Микроклимат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, влияющий на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, подвижность воздуха, инфракрасное излучение, согласно ГОСТ 12.1.005-88.

###### **Мероприятия по улучшению показателей микроклимата.**

При работе на открытом воздухе для рекреационных целей обустраиваются навесы, палатки, землянки. Одежда рабочих легкая и свободная, изготавливаться преимущественно из натуральных тканей. В зимний период рабочие также обеспечиваются теплой спецодеждой (ватные штаны, ватная куртка, валенки, рукавицы и т.д.).

Для предотвращения перегрева человека на открытом воздухе на площадке, где будут отбираться пробы, предусматривается сооружение навеса. Одежда рабочих должна быть легкой и свободной, из тканей светлых тонов. В зимний период рабочие обеспечиваются теплой спецодеждой (ватные штаны, ватная куртка, валенки, рукавицы и т.д.).

Рабочая бригада укомплектована дождевиками из непромокаемых материалов на случай выпадения небольшого количества осадков, не влияющих критически на проводимые работы. Во время сильных ливней работы приостанавливаются до восстановления благоприятных погодных условий.

###### **2. Превышение уровней шума и вибрации.**

При эксплуатации бурового оборудования при проходке скважин в процессе производства инженерно-геологических изысканий вибрация и шум имеют крайне широкое распространение

Превышение уровня шума ухудшает условия труда и оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно – от повышения

утомляемости и затруднений в восприятии речи до необратимых изменений в органах слуха. Предельно допустимые уровни шума регламентируются ГОСТ 12.1.003-2014.

#### Мероприятия по борьбе с шумом

В первую очередь нужно производить виброизоляцию оборудования с использованием пружинных, резиновых и полимерных материалов, экранирование шума преградами, применение противозумных подшипников, глушителей, своевременная смазка трущихся поверхностей, использование средств индивидуальной защиты против шума (ушные вкладыши, наушники и шлемофоны).

Для уменьшения шума необходимо устанавливать звукопоглощающие кожухи, применять противозумовые подшипники, глушители, вовремя смазывать трущиеся поверхности, а также использовать средства индивидуальной защиты: наушники, ушные вкладыши.

Источником вибрации при производстве инженерно-геологических работ является буровая установка.

Превышение уровня вибрации ведет к развитию у человека вибрационной болезни. Наиболее опасна для человека вибрация с частотой 16-250 Гц. Согласно ГОСТ 12.1.012-90. Различают местную и общую вибрацию. Общая вибрация является наиболее вредной. В результате развития вибрационной болезни нарушается нервная регуляция, теряется чувствительность пальцев, расстраивается функциональное состояние внутренних органов.

Предельно допустимые значения, характеризующие вибрацию, регламентируются ГОСТ 12.1.012-2004 [65].

#### Мероприятия для борьбы с вибрацией

Профилактика вибрационной болезни включает в себя ряд мероприятий технического, организационного и лечебно-профилактического характера: уменьшение вибрации в источниках, своевременная смазка и регулировка оборудования и внедрение рационального режима труда и отдыха.



### **3. Тяжесть физического труда.**

Тяжесть труда непосредственно связана с физической работоспособностью человека, его мышечной выносливостью. Превышение допустимой тяжести физической работы может привести к производственным травмам.

По тяжести труда различают несколько классов, характеристики которых приведены в Р 2.2.2006-05.

В проект инженерно-геологических изысканий для строительства предусматривается бурение скважин глубиной не более 23 м. Согласно табл. 17 Р 2.2.2006-05, по большинству показателей тяжести трудового процесса класс условий труда является оптимальным. По показателю 6 (наклоны корпуса (вынужденные более 30°), количество за смену) – более 51, но менее 100 раз за смену – допустимый класс. По рабочей позе – класс вредный первой степени (нахождение в позе стоя до 80 % времени смены). По массе поднимаемого и перемещаемого груза вручную постоянно в течении рабочей смены – вредный класс от первой до второй степени (до 20 кг и более 20 кг соответственно).

#### **Мероприятия для облегчения тяжелого физического труда**

В качестве мероприятий для облегчения труда используются автоматизация и механизация рабочего места и рациональное использование рабочего времени

**Вывод:** Место проведения полевых работ в г.Кудрово по ул.Пражская соответствует принятым в РФ нормам.

### **КАМЕРАЛЬНЫЙ И ЛАБОРАТОРНЫЙ ЭТАПЫ**

#### ***1. Отклонение показателей микроклимата помещений.***

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 [37], микроклимат производственных помещений определяется совокупностью факторов, действующих на человеческий организм (температура, влажность, скорость движения воздуха и теплового излучения). Превышение допустимых показателей этих факторов может негативно сказаться на самочувствие, работоспособности и

производительности работника. В помещениях лаборатории и кабинетах камерального отдела, в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата (таблица 29).

Таблица 29–Оптимальные нормы микроклимата для помещений ВДТ и ПЭВМ

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура С <sup>0</sup>		Относительная Влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактические	Оптимальные	Фактические	Оптимальные	Фактические	Оптимальные
Холодный	1а (легкая)	23	22-24	45	40-60	0.1	0.1
Теплый	1а (легкая)	25	23-25	45	40-60	0.1	0.1

### Мероприятия для поддержания микроклимата помещения

Основными мероприятиями поддержания микроклимата являются: поддержание постоянной комфортной температуры, организация достаточного воздухообмена путем установки вентиляционного оборудования, регулярное проветривание и влажная уборка помещения.

### **2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.**

Рабочее место инженера при камеральных и лабораторных работах должно освещаться естественным и искусственным освещением.

Освещение рабочих мест внутри помещения характеризуется освещенностью и яркостью. Естественное и искусственное освещение помещений вычислительных центров должно соответствовать СП 52.13330.2011. При этом естественное освещение должно осуществляться через окна и обеспечивать КЕО (табл. 30).

Таблица 30–Нормы освещенности рабочих поверхностей

Наименование помещений	Характеристика зрительной зоны	Размер объекта различения, мм	Нормы КЕО, %	Искусственная освещенность, лк	Тип светильника
Лаборатория и камеральные помещения	Средней точности	0.5-1	4 – верхнее или комбинированное; 1.5 - боковое	300	Люминисцентные газозарядные лампы (ЛД), для бокового освещения настольные лампы накаливания

### Мероприятия для устранения недостаточной освещенности помещения

Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящиеся элементы не попадали в поле зрения работающих на освещаемом рабочем месте и на других рабочих местах. Местное освещение рабочих мест, как правило, должно быть оборудовано регуляторами освещения. Причём светопроёмы с целью уменьшения солнечной инсоляции устраивают с северной, северо-восточной или северо-западной ориентацией. Если экран дисплея обращен к оконному проёму, необходимы специальные экранирующие устройства, снабжённые светорассеивающими шторами, жалюзи или солнцезащитной плёнкой.

### ***3. Утечки токсических и вредных веществ в атмосферу.***

Выполнение лабораторных работ, таких как химический анализ грунта, воды сопровождается выделением в воздушную среду вредных веществ находящимися в образцах, которые могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья человека.

### Мероприятия для поддержания в воздухе безопасной концентрации вредных веществ

Помещения лабораторий должны быть устроены и оборудованы в соответствии с Санитарно-эпидемиологическими правилами СП 2.2.1.1312-03. Помещение химической и физической лабораторий должны быть оборудованы вытяжками. Каждый работник, контактирующий с вредными веществами должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты (респираторы, перчатки).

### ***4. Монотонность труда и умственное перенапряжение.***

Составление протоколов лабораторных исследований, камеральная обработка полевых журналов, материалов, составление технического отчета по результатам работ и т.д. требует длительной сосредоточенной и

монотонной умственной работы. В результате такой работы отмечается умственное перенапряжение.

#### Мероприятия для снижения утомляемости

Для того, чтобы избежать утомляемости необходимо делать каждые 2 часа перерывы, а также желательно стараться более 4 часов не заниматься одной и той же работой.

### **4.1.4. Анализ выявленных опасных факторов и обоснование мероприятий по защите от их воздействия**

#### **ПОЛЕВОЙ ЭТАП**

##### ***1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.***

При проведении буровых работ используются движущиеся механизмы, а также оборудование, имеющее острые кромки. Все это может привести к несчастным случаям и производственным травмам.

#### Мероприятия, обеспечивающие безопасность при работе с машинами и механизмами

Основным способом избежать несчастных случаев является соблюдение техники безопасности. Для этого каждый приступающий к буровым работам сотрудник инструктируется по технике безопасности при работе с тем или иным оборудованием; обеспечивается медико-санитарное обслуживание. Основным документом, регламентирующим работу с производственным оборудованием, является ГОСТ 12.2.003- 91. До начала бурения следует тщательно проверить исправность всех механизмов буровой установки и другого вспомогательного оборудования.

При обнаружении неисправностей, оборудование не должно использоваться до их исправления.

При передвижении буровой установки работники буровой бригады могут находиться только в кабине водителя, причем в количестве, не превышающем указанного в техническом паспорте транспортного средства.

## ***2. Вероятность поражения электрическим током***

В полевых условиях электрические установки и приборы формируют электрическую опасность. При производстве геологоразведочных работ в большинстве случаев используется электрическая сеть 380/220 В с глухо заземленной нейтралью. Кроме того, в полевых условиях опасным фактором при работах является электрический ток при грозе (сила тока достигает 100 кА).

## **ЛАБОРАТОРНЫЙ И КАМЕРАЛЬНЫЙ ЭТАПЫ**

### ***1. Вероятность поражения электрическим током***

Источником опасности поражения электрическим током в помещении может выступать неисправность изоляции токоведущих частей оборудования, неисправность электропроводки, неисправные электроприборы, отсутствие заземления. Все токоведущие части электроприборов должны быть изолированы или закрыты кожухом.

Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-79.

#### **Мероприятия по недопущению возникновения пожара при коротком замыкании**

В рабочем помещении должны выполняться следующие правила и требования: тщательно проверяется исправность электропроводки, постоянно следят за их исправностью, за целостностью розеток, вилок и электрошнуров. Удлинитель после использования отключается от розетки. Не прокладывается кабель удлинителя под коврами и через дверные пороги; не оставляются без присмотра находящиеся под напряжением компьютеры, принтеры и другие электронагревательные приборы административных и других помещениях.

Общие требования по электробезопасности отражены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 и ГОСТ 12.1.038-82.

При проведении лабораторных и камеральных работ необходимо

соблюдать технику противопожарной безопасности, регламентируемую на предприятии. Запрещается загромождать предметами и оборудованием проходы, коридоры, выходы и лестницы. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выхода из зданий. Основными системами противопожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарная защита.

### 4.3 Экологическая безопасность

Инженерно-геологические работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, наносят вред окружающей среде (табл. 31). При производстве буровых работ, лабораторных исследований и камеральной обработки материалов выполняются все положения по охране недр, окружающей среды, охране атмосферного воздуха, о животном мире, об отходах производства и потребления, правила пожарной безопасности и т.д. Экологическую безопасность регламентируют такие ГОСТы как, ГОСТ 17.2.1.04-77, ГОСТ 17.1.3.06-82, ГОСТ 17.1.3.02-77, ГОСТ 17.4.3.04-85.

Таблица 31– Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при инженерно-геологических работах

Природные ресурсы, компоненты геологической среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Почва	Уничтожение и повреждение почвенного слоя	Рекультивация земель
	Загрязнение горюче-смазочными материалами	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники
	Загрязнение производственными отходами	Вывоз отходов (свалки, отвалы)
Грунты	Нарушение состояния геологической среды	Ликвидационный тампонаж скважин, геомониторинг
	Нарушение физико-механических свойств горных пород	Мероприятия по укреплению грунтов (цементация, битуминизация, силикатизация)
Атмосферный воздух	Загрязнение атмосферного воздуха при работе оборудования	Установление нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

### Мероприятия по охране окружающей среды

При проведении инженерно-геологических работ необходимо выполнение следующих правил и мероприятий по охране природы: не допускается разведение костров, за исключением специально оборудованных для этого мест; не допускается загрязнение участка проведения работ; для предотвращения пожаров необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности; установка маслосборников для быстрого удаления ГСМ; ликвидация скважин методом послойной засыпки ствола, извлеченным грунтом с послойной трамбовкой.

По окончании буровых работ должна быть проведена рекультивация, то есть комплекс мероприятий по восстановлению земельных отводов. Оборудование и железобетонные покрытия демонтируют и вывозят, остатки дизельного топлива и моторного масла сжигают, глинистый раствор вывозят, нарушенный растительно-почвенный покров закрывают дерном и почвенным слоем. Проводят биологическую рекультивацию – озеленение.

Кроме того, при изысканиях необходимо выявлять наличие загрязняющих веществ в геологической среде, опасных для здоровья населения, и осуществлять разработку предложений по утилизации и нейтрализации этих веществ, проводить обследование состояния верхнего слоя грунтов и приводить рекомендации по замене грунтов на отдельных участках территории.

#### **4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

В зоне расположения проектируемого объекта (Всеволожской район Ленинградской области, г. Кудрово, ул. Пражская) и месте производства камеральных и лабораторных работ (ул. Новгородская, д.13 г. Санкт-Петербург) вероятность наступления чрезвычайных ситуаций природного (наводнение, землетрясение и т. д.) или военного характера крайне мала. Наиболее вероятные ЧС техногенного характера связаны с пожарной и взрывной опасностью.

В соответствии с НПБ 105-03 [77] производится определение категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности от высшей (А) к низшей (Д). Лабораторию и помещение камеральной группы можно отнести к категории В, так как в них находятся твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (деревянные и пластиковые предметы мебели и оборудование).

#### Мероприятия противопожарной защиты

Для устранения возможности пожара в помещении необходимо соблюдать противопожарные меры: ограничение количества горючих веществ, максимально возможное применение негорючих веществ, устранение возможных источников возгорания (электрических искр, нагрева оболочек оборудования), применение средств пожаротушения (огнетушители, ящики с песком и т. д.), использование пожарной сигнализации, содержание электрооборудования в исправном состоянии, после окончания работ все установки должны обесточиваться, наличие в помещении средств пожаротушения (огнетушители типа ОУ-3, пожарный инструмент, песок) и содержание их в исправном состоянии, разрешение курения в только отведенных для этого местах, содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии, проводить раз в год инструктаж по пожарной безопасности, назначать ответственного за пожарную безопасность.

Запрещается загромождать предметами и оборудованием проходы, коридоры, выходы и лестницы. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выходов из зданий. На видном месте у огнеопасных объектов должны быть вывешены плакаты предупреждения: «Огнеопасно, не курить!».

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного противопожарных инструктажей. По окончании инструктажей проводится проверка знаний и навыков. Результаты



проверки оформляются записью в «Журнал регистрации обучения видов инструктажа по технике безопасности» ГОСТ 12.1.004-91 [34].

Для быстрой ликвидации возможного пожара на территории базы располагается стенд с противопожарным оборудованием (согласно ГОСТ 12.1.004-91 [50]).

### **Выводы по разделу**

1. Место работы для проведения полевых испытаний по адресу г. Кудрово, ул. Пражская и место проведения лабораторных и камеральных работ по адресу г. Санкт-Петербург, ул. Новгородская 13, должны соответствовать нормам безопасности при производстве инженерно-геологических изысканий принятым в РФ.

2. Перед началом работ с инженерно-техническими работниками и рабочими должны быть проведены инструктажи по технике безопасности.

3. В случае возникновения опасных и вредных для человека факторов работы, должны быть применены мероприятия по их устранению.

Разработка раздела «Социальная и экологическая ответственность» важна, поскольку нём рассматриваются вопросы соблюдения прав персонала на труд, выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению. В соответствии со стандартом целями составления настоящего раздела является принятие проектных решений по теме: «Инженерно-геологические условия Всеволожского района Ленинградской области и проект инженерно-геологических изысканий под строительство жилого многоквартирного дома со встроенно-пристроенными помещениями по адресу г. Кудрово, ул. Пражская», исключающих несчастные случаи в производстве, и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

## **V. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Цель работы изучить инженерно-геологические условия Всеволожского района Ленинградской области

Результат – карта инженерно-геологического районирования объекта территории, разработка рекомендаций к мониторингу.

Область применения лежит в сфере камерального этапа инженерно-геологических изысканий.

Целевая аудитория результата исследования представлена юридическими лицами Ленинградской области, ведущими свою деятельность в сфере гражданского проектирования и строительства, а также в проектно-изыскательском сопровождении этой деятельности (табл. 32).

Таблица 32– «Портрет» потребителя НТИ

Параметры	Краткое описание
Организационно-правовая форма	Юридические лица
Географическое местоположение	Ленинградская область
Отрасль экономики	Инженерные изыскания
Вид деятельности	Архитектурно-строительное проектирование; инженерные изыскания

Пользователями данного решения являются инженер-геологи, выполняющие камеральную обработку и составление отчета по инженерно-геологическим изысканиям. Так же возможными пользователями могут быть инженеры-проектировщики (таблица 33).

Рассматриваемый вопрос выпускной квалификационной работы выполняется на этапе инженерно-геологических изысканий. Однако исходные данные для проведения расчетов являются результатом полевых и лабораторных работ. Поэтому для раздела включен полевой этап. Цели и результат проекта в области ресурсоэффективности представлены в таблице 34.

Таблица 33– Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Инженеры-геологи изыскательских организаций	Ознакомление с методикой геологического районирования
Инженеры-проектировщики	Своевременное получение параметров природной среды для принятия проектных решений на предпроектной стадии

Таблица 34– Цели и результат проекта в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Цели проекта:	1. Сократить сроки выполнения проектных работ.
Ожидаемые результаты проекта:	1. Экономия временных затрат при выполнении проектных работ. 2. Повышение рентабельности проектно-изыскательских работ.
Критерии приемки результата проекта:	Соответствие результатов целям проекта.
Требования к результату проекта:	Сокращение сроков выполнения проектных работ на 5%
	Повышение рентабельности проектно-изыскательских работ на 5%

Сегментирование рынка – разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Сегментируем рынок по следующим критериям: вид заказчика (изыскательская или проектная организация); вид услуги (комплексный продукт, инженерные изыскания, проектирование). Данные представим в таблице 35.

Таблица 35– Карта сегментирования рынка услуг по выполнению инженерных изысканий и расчету устойчивости откосов

		Услуга (продукт)		
		Комплексный продукт (изыскания+построение карты)	Инженерные изыскания	Построение карты геологического районирования
Заказчики	Изыскательские организации			
	Проектные организации			



Фирма А - работает в сфере инженерных изысканий

Фирма Б - работает в сфере геологического мониторинга

По результату сегментирования рынка видно, что сегмент по предложению комплексных услуг не занят. Таким образом, целесообразно рассмотреть возможность разработки комплексного продукта, сочетающего инженерные изыскания и построение карты, который, при соответствующем обосновании, должен быть интересен как изыскателям, так и проектным организациям.

## **5.1 Анализ конкурентных технических решений**

Проведем оценку сравнительной эффективности разработки с помощью оценочной карты. Для этого отберем две организации, осуществляющих деятельность отдельно в сфере инженерных изысканий (условно Бк1) и в проектирования и строительства (условно Бк2). Третья организация (Бф) осуществляет деятельность в сфере инженерных изысканий, но в качестве продукта предлагает комплексный подход – построение карт геологического районирования на основании выполненных собственными силами инженерных изысканий.

Позиция продукта каждой организации оценивается по показателям экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумму должны составлять 1.

Среди технических критериев оценки ресурсоэффективности выделим следующие:

Повышение производительности труда пользователя. По данному критерию организация Бф проигрывает, т.к. комплексность работ снижает производительность, а специализация ее увеличивает.

Удобство в эксплуатации. Для заказчика комплексный подход всегда предпочтителен, поэтому организация Бф выигрывает у конкурентов.

Энергоэкономичность. Комплексность всегда ведет к экономии энергозатрат, организация Бф получает более высокую оценку.

Надежность. По данному критерию организация Бф уступает, т.к. комплексность, учитывая предпроектный этап работ, снижает надежность расчетов.

К экономическим критериям оценки эффективности отнесем следующие:

Конкурентоспособность продукта. Комплексный продукт более конкурентоспособен, этим организация Бф выигрывает у конкурентов.

Цена. При создании комплексного продукта возможности для оптимизации материальных затрат больше, Бф получает более высокую оценку.

Срок выполнения работ. При создании комплексного продукта возможности для оптимизации временных затрат больше (за счет независимости от исходных данных, которые находятся в рамках одной организации), Бф получает более высокую оценку.

Уровень проникновения на рынок. Новому продукту только предстоит занять место на рынке, в то же время существующие продукты уже занимают на рынке определенное место. Бф получает меньшую оценку.

Полученные результаты сведем в таблицу 36. В строке «Итого» указана сумма всех конкурентоспособностей по каждой организации. Анализ технических и экономических критериев показал, что организация, предлагающая комплексный продукт (Бф) обладает преимуществом по сравнению с конкурентами.

Таблица 36– Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Повышение производительности труда пользователя	0,10	4,00	5,00	5,00	0,40	0,50	0,50
2.Удобство эксплуатации	0,10	5,00	3,00	3,00	0,50	0,30	0,30
3.Энергоэкономичность	0,10	5,00	4,00	4,00	0,50	0,40	0,40
4. Надежность	0,26	4,00	5,00	5,00	1,04	1,30	1,30
Экономические критерии оценки эффективности							
1.Конкурентоспособность продукта	0,11	5,00	4,00	3,00	0,55	0,44	0,33
2. Цена	0,15	5,00	4,00	4,00	0,75	0,60	0,60
3. Срок выполнения работ	0,13	5,00	4,00	4,00	0,65	0,52	0,52
4.Уровень проникновения на рынок	0,05	3,00	5,00	5,00	0,15	0,25	0,25
Итого	1,00				4,54	4,31	4,20

## FAST-анализ

Суть данного анализа заключается в том, что затраты, связанные с созданием и использованием любого объекта, выполняющего заданные функции, состоят из необходимых для его изготовления и эксплуатации, и дополнительных, функционально неоправданных, излишних затрат, которые возникают из-за введения ненужных функций, не имеющих прямого отношения к назначению объекта, или связаны с несовершенством конструкции, технологических процессов, применяемых материалов, методов организации труда и т.д.

Объектом FAST-анализа выступает создание карт инженерно-геологического районирования.

Определим главную, основную и вспомогательную функции. Результаты внесем в таблицу 37.

Таблица 37– Классификация функций, выполняемых объектом исследования

Наименование этапа работ	Выполняемая функция	Ранг функции		
		Главная	Основная	Вспомогательная
Определение параметров геологической среды	Выбор типового проекта		X	
Полевые и лабораторные работы	Получение исходных данных для расчетов			X
Геологическое районирование территории	Направляющая	X		X
Построение карт	Гарантирующая	X		

Определим значимость выполняемых функций, результат представим в таблицах 38 и 39.

Таблица 38–Матрица смежности функций

	Выбор типового проекта	Получение исходных данных для расчетов	Направляющая	Гарантирующая
Выбор типового проекта	=	>	>	>
Получение исходных данных для расчетов	<	=	>	>
Направляющая	<	<	=	=
Гарантирующая	<	<	=	=

Таблица 39–Матрица количественных соотношений функций

	Выбор типового проекта	Получение исходных данных для расчетов	Направл.	Гарантир.	Итого	Относительная значимость
Выбор типового проекта	1	1,5	1,5	1,5	5,5	0,34
Получение исходных данных для расчетов	0,5	1	1,5	1,5	4,5	0,28
Направляющая	0,5	0,5	1	1	3	0,19
Гарантирующая	0,5	0,5	1	1	3	0,19
					16	1,00

### SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, применяется для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Перечислим сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы. Результат сведем в матрицу SWOT (таблица 31).



Таблица 40– Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>
	С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность	Сл1. Необходимость наработки клиентской базы
	С2. Более низкая стоимость по сравнению с конкурентными предложениями	Сл2. Снижение надежности за счет комплексности
	С3. Более сжатые сроки выполнения по сравнению с конкурентными предложениями	Сл3. Необходимость приобретения специального программного обеспечения для построения карт
	С4. Комплексность (клиенториентированность)	Сл4. Необходимость дополнительного обучения сотрудников
<b>Возможности:</b>		
В1. Появление спроса со стороны изыскательских и проектных организаций		
В2. Сокращение сроков проектирования		
В3. Благоприятная ситуация на рынке (не занятость ниши)		
В4. Использование возможности по привлечению молодых специалистов		
<b>Угрозы:</b>		
У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности (запрещение их совмещения)		
У2. Повышение стоимости специального программного обеспечения		
У3. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе		
У4. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды		

Выявим соответствие сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. В рамках данного этапа построим

интерактивные матрицы проекта. Ее использование поможет разобраться с различными комбинациями взаимосвязей матрицы SWOT. Данные сведем в таблицу 41.

Таблица 41– Интерактивные матрицы проекта

*Интерактивная матрица проекта 1*

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	+	+
	B2	+	-	+	+
	B3	0	+	+	+
	B4	-	-	-	0

B1B2C1, B1B2B3C3C4, B1B3C2

*Интерактивная матрица проекта 2*

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	+	-	-	-
	B2	0	-	+	0
	B3	+	0	+	0
	B4	0	-	0	+

B1B3Сл1, B2B3Сл3, B4Сл4

*Интерактивная матрица проекта 3*

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-
	У3	-	+	0	0
	У4	-	-	-	-

У3С2

*Интерактивная матрица проекта 4*

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	+	-
	У3	-	-	-	-
	У4	-	-	-	-

У2Сл3

По полученным результатам составим итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 42).

Таблица 42. SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны проекта:</b>	<b>Слабые стороны проекта:</b>
	С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность	Сл1. Необходимость наработки клиентской базы
	С2. Более низкая стоимость по сравнению с конкурентными предложениями	Сл2. Снижение надежности за счет комплексности
	С3. Более сжатые сроки выполнения по сравнению с конкурентными предложениями	Сл3. Необходимость приобретения специального программного обеспечения для расчета устойчивости
	С4. Комплексность (клиенториентированность)	Сл4. Необходимость дополнительного обучения сотрудников
<b>Возможности:</b>		
В1. Появление спроса со стороны изыскательских и проектных организаций	В1В2С1, В1В2В3С3С4, В1В3С2	В1В3Сл1, В2В3Сл3, В4Сл4
В2. Сокращение сроков проектирования		
В3. Благоприятная ситуация на рынке (не занятость ниши)		
В4. Использование возможности по привлечению молодых специалистов		
<b>Угрозы:</b>		
У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности (запрещение их совмещения)	У3С2	У2Сл3
У2. Повышение стоимости специального программного обеспечения		
У3. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе		
У4. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды		

## 5.2 График выполнения проекта

В рамках проекта предусматривается ряд последовательно выполняемых работ, каждая из которых завершается определенным результатом.

Определим ключевые события проекта, даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Информацию сведем в таблицу 43.

Таблица 43. Контрольные события проекта.

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
	Полевые работы (бурение инженерно-геологических скважин, статическое зондирование)	11.07.2019	Буровые журналы. Пробы грунта. Результаты статического зондирования.
	Лабораторные работы	16.07.2019	Ведомость физико-механических свойств грунта. Протоколы компрессионных и сдвиговых испытаний.
	Камеральные работы	26.07.2019	Инженерно-геологические разрезы. Построение карт

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики. Линейный график представим в виде таблицы (табл. 44).

Таблица 44– Календарный план проекта

№ п/п	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
	Составление полевого предписания	2	01.06.2019	02.06.2019	Главный специалист по геологии
	Полевые работы (бурение скважин, статическое зондирование)	40	03.06.2019	11.07.2019	Инженер-геолог; Буровой мастер; Машинист буровой установки; Помощник машиниста

					буровой установки; Водитель.
	Лабораторные работы	44	06.06.2019	16.07.2019	Лаборанты (2 чел.). Инженер грунтовой лаборатории(2чел.)
	Камеральные работы (подготовка графики и технического отчета)	15	10.07.2019	25.07.2019	Инженер-геолог
	Проверка технического отчета	2	25.07.2019	27.05.2019	Главный специалист по геологии
	Печать технического отчета	1	27.07.2019	29.07.2019	Инженер-геолог
Итого:		59	01.06.2019	29.07.2019	

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующими датами начала и окончания выполнения данных работ. На графике различной штриховкой выделены работы, в зависимости от ответственных исполнителей (табл. 45).

На основании данных графика можно сделать вывод, что продолжительность работ по получению исходных данных и проведению расчетов устойчивости займет 6 декад (59 дней) с первой декады июня до последней декады июля.

Длительность выполнения проекта в календарных днях равна:

- 4 дня (главный специалист по геологии);
- 55 дней (Инженер-геолог).

Таблица 45–Календарный план-график проекта

Код работы (из ИСР)	Вид работ	Исполнители	Кол-во, календарных дней	Продолжительность выполнения работ					
				Июнь			Июль		
				1	2	3	1	2	3
1	Составление полевого предписания	Главный специалист по геологии	2						
2	Полевые работы (бурение скважин, статическое зондирование)	Инженер-геолог;	40						
		Буровой мастер;							
		Машинист буровой установки;							
		Помощник машиниста буровой установки;							
		Водитель.							
3	Лабораторные работы	Инженер-геолог (2чел);	44						
		Лаборанты (2 чел.)							
4	Камеральные работы (подготовка графики и технического отчета)	Инженер-геолог	15						
5	Проверка технического отчета	Главный специалист по геологии	2						
6	Печать технического отчета	Инженер-геолог	2						



Инженер-геолог



Главный специалист по геологии

Наиболее трудоемким являются этапы полевых и лабораторных работ, т.к. он обладает наибольшей продолжительностью и на них задействованы одновременно по 4 человека. Трудоемкость полевых работ составляет 40 человеко-дней или 45% от общей трудоемкости проекта. Трудоемкость лабораторных работ составляет 44 человеко-дня или 49% от общей трудоемкости проекта (табл. 46).

Таблица 46–Трудоемкость работ в человеко-днях

№, п/ п	Вид работ	Продолжи тельность, раб. дней	Число исполни телей	Трудоемкость	
				человеко -дней	доля
1	Составление полевого предписания	2	1	2	1%
2	Полевые работы (бурение скважин, статическое зондирование)	40	4	160	45%
3	Лабораторные работы	44	4	176	49%
4	Камеральные работы (подготовка графики и технического отчета)	15	1	15	4%
6	Проверка технического отчета	2	1	2	1%
7	Печать технического отчета	2	1	2	1%
<b>Итого:</b>				<b>357</b>	<b>100%</b>

### 5.3 Бюджет исследования

При планировании бюджета исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. Сгруппируем планируемые затраты по статьям и представим их в таблице 51.

#### Сырье и материалы

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, необходимых для выполнения работы. Данные сведены в таблицу 47.

Таблица 47– Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Краска для принтера	-	1	860	860,00
Бумага для принтера	формат А4, А3 пачка	2/1	350/500	1200,00
Канцелярские комплекты		20	150	3000,00
Всего за материалы				5060,00
Транспортно-заготовительные расходы (5%)				2300,00
<b>Итого</b>				<b>7360,00</b>

### Специальное оборудование для выполнения работ

В данную статью включаются все затраты, связанные с приобретением оборудования (устройств и механизмов), необходимого для проведения работ. Стоимость оборудования, используемого при выполнении работы и имеющегося в организации, учитывается в виде амортизационных отчислений. Сведения по данной статье представим в таблице 48.

Таблица 48– Специальное оборудование для выполнения работ

Наименование оборудования	Кол-во единиц	Цена оборудования	Амортизация за день 15% от цены за доставку и монтаж	Кол-во дней использования	Общая стоимость
Компрессионный прибор для исследования грунтов	1	124 500	51,16	44	2 251,04
Прибор испытания на сдвиг	1	115 000	47,25	44	2 079,2
Буровая установка	1	4 500 000	1 849,31	40	73 972,4
Компьютер	1	60 000	24,65	21	517,65
Программное обеспечение AutoCAD	1	34 000	13, 97	21	293,37
<b>Итого</b>					<b>79 113,66</b>

### Основная заработная плата

В настоящую статью включается заработная плата работников, непосредственно участвующих в выполнении работ. Величина расходов по заработной плате зависит от трудоемкости выполняемых работ и



действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сведен в таблицу 49.

Таблица 49– Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб.	Всего заработная плата по тарифу, руб.
1	Составление полевого предписания	Главный геолог	4	2000,00	8 000,00
2	Полевые работы	Инженер-геолог	40	1 800,00	72 000,00
		Буровой мастер	40	1 800,00	72 000,00
		Машинист буровой установки	40	1 500,00	60 000,00
		Помощник машиниста буровой установки	40	1 400,00	56 000,00
3	Лабораторные работы	Инженер лаборатории	44	1 500,00	66 000,00
		Инженер лаборатории	44	1 500,00	66 000,00
		Лаборант	44	1 000,00	44 000,00
		Лаборант	44	1 000,00	44 000,00
4	Камеральные работы (подготовка графики и технического отчета)	Инженер-геолог	15	1 900,00	28 500,00
6	Проверка технического отчета	Главный геолог	2	2 000,00	4 000,00
7	Печать технического отчета	Инженер-геолог	2	1 900,00	3 800,00
<b>Итого:</b>					<b>524 300,00</b>

Таким образом, размер основной заработной платы при выполнении работы, по изучаемой теме составит 524 300,00 рублей.

## Отчисления во внебюджетные фонды

Тарифы страховых взносов 2019 года разделены на несколько категорий:

- по пенсионному страхованию;
- отчисления, направляемые на медицинское страхование в рамках ОМС;
- взносы на социальное страховое обеспечение на случай заболеваний и материнства;
- средства, направляемые в ФСС, формирующие фонд возмещения при возникновении несчастного случая на производстве или профзаболеваний («травматизм»).

Первые три вида взносов регулируются положениями НК РФ (глава 34). Взносы по «травматизму» регламентируются нормами Закона от 24.07.1998 г. № 125-ФЗ, при этом тарифы по страхованию от несчастных случаев ежегодно пересматриваются и утверждаются отдельным законом. На период с 2018 по 2020 годы ставки этого вида взносов остались неизменными (закон от 31.12.2017 г. № 484-ФЗ).

Законом от 03.08.2018 г. № 303-ФЗ внесены поправки в НК РФ, касающиеся страховых взносов. Размеры страховых взносов представим в таблице 50.

Таблица 50–Размер страховых отчислений во внебюджетные фонды

Тип страховых взносов	Ставка процентах в
ПФР	22
ФСС (ставка 2019) на случай болезни и материнства	2,9
ФФОМС (ставка 2019)	5,1
ФСС на «травматизм»	0,2
Итого:	30,2

Таким образом, общий размер страховых отчислений во внебюджетные фонды составляет 30,2%.

### **Накладные расходы**

В эту статью включаются затраты на управление, хозяйственное обслуживание, ремонт оборудования, аренду помещений и т.д. Обычно накладные составляют 80-100% от суммы основной и дополнительной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по рассматриваемой теме. В данном случае накладные приняты в размере 20% и составляют 308 225,58 рублей.

Таблица 51– Группировка затрат по статьям

№ п/п	Статья затрат	Сумма, руб.
1	Сырье, материалы	7 360,00
2	Специальное оборудование для выполнения работ (амортизация), руб.	79 113,66
3	Основная заработная плата, руб.	524 300,00
4	Отчисления во внебюджетные фонды (30,2%), руб.	158 338,60
5	Накладные расходы (29,8% от п.1+...п.4), руб.	227 021,90
6	Итого плановая себестоимость, руб.	996 134,16

Таким образом, плановая себестоимость работ составит 996 134,16 рублей, без учета налогообложения. Далее рассмотрим статьи затрат более подробно.

### **Бюджет по видам работ**

Для определения бюджета по видам работ внесем полученные данные в таблицу 52.

Таблица 52–Объемы капиталовложений по видам работ

№ п/п	Статья затрат	Этап работ		
		Полевые	Лабораторные	Камеральные
1	Сырье, материалы			7 360,00
2	Специальное оборудование для выполнения работ (амортизация), руб.	73 972,40	4 3300,24	811,02
3	Основная заработная плата, руб.	260 000,00	220 000,00	44 300,00
4	Отчисления во внебюджетные фонды (30,2%), руб.	78 520,00	66 440,00	13 378,60
5	Накладные расходы (43,3% от п. 3), руб.	112 580,00	95 260,00	19 181,90
6	<b>Итого затраты, руб.</b>	<b>525 072,40</b>	<b>386 030,24</b>	<b>85 031,52</b>
		52%	39%	9%
		<b>996 134,16</b>		

Таким образом, наибольший объем бюджета приходится на полевой этап работ 52%, на лабораторный этап 39% и камеральный этап приходится приблизительно по 9%.

### Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта сформируем матрицу ответственности (таблица 53).

Таблица 53– Матрица ответственности

Этапы проекта	Главный геолог	Инженер-геолог	Буровой мастер	Лаборант
Составление полевого предписания	И, О			
Полевые работы (бурение скважин)	С	У	И	
Лабораторные работы	С	У		И
Камеральные работы (подготовка графики и технического отчета)	С	И		
Камеральные работы (расчеты устойчивости карьерных откосов)	С	И		
Проверка технического отчета	И, О			
Печать технического отчета	С	О, У,И		
<i>О – ответственный</i> <i>И – исполнитель</i> <i>У – утверждающее лицо</i> <i>С – согласующее лицо</i>				

## 5.4 Рентабельность

Рентабельность – это относительный показатель экономической эффективности. Рентабельность отражает степень эффективности использования материальных, трудовых, денежных и др. ресурсов. Коэффициент рентабельности рассчитывается как отношение прибыли к затратам, т.е. к себестоимости.

Рассчитаем сметную стоимость выполнения проекта. Сметная стоимость составляется на основании справочника базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства за 1999 год (СБЦ -99). Смету представим в виде таблицы 54.

Таблица 54–Смета на выполнение инженерно-геологических изысканий по объекту изысканий

№ п/п	Наименование видов работ	Обоснование стоимости	Единица измерения	Объем	Расчет стоимости	Стоимость
<b>Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства, ГОССТРОЙ РФ, 1999г.</b>						
<b>Раздел I . БУРОВЫЕ И ГОРНОПРОХОДСКИЕ РАБОТЫ</b>						
1	Инженерно-геологическая рекогносцировка - 2 категория сложности при хорошей проходимости	Глава 1, таблица 9, §1	км	0,01	23,3*0,01	0,23
2	Ударно-канатное бурение скважин диаметром до 160 мм глубиной до 23 м в породах - 2 категория	Глава 4, таблица 17 §1 прим.	м	460	38,4*0,9*460	15897,6
3	Гидрогеологические наблюдения при бурении скважин диаметром до 160 мм глубиной до 15 м	Глава 4, таблица 18, §1 прим 8.	м	460	1,6*460	736
4	Планово-высотная привязка выработок при расстоянии до 50 м, 2 категория сложности	Глава 25, таблица 93, §1	точки	40	8,5*40	340
5	Предварительная разбивка	Глава 25, таблица 93, прим.1	точки		50%*340	170
6	Отбор монолитов из скважин - с глубины до 10 м - с глубины свыше 10 до 15 м	Глава 16, таблица 57 §1 §2	обр	200 150	22,9*200 30,6*150	4580 4590
7	Итого по разделу I	ОУ таблица 2, п.8, п.14			1*0,85*26313,83	22366,76
<b>Раздел II. ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>						
8	Статическое зондирование грунтов на глубину свыше 10 до 15 м	Глава 15, таблица 45, §5	опыт	20	172,5*20	3450
11	Итого по разделу II	ОУ таблица 2, п.8, п.14			1*0,85*3450	2932,5

№ п/п	Наименование видов работ	Обоснование стоимости	Единица измерения	Объем	Расчет стоимости	Стоимость
12	Всего по разделам полевых работ					25299,26
13	Внутренний транспорт	ОУ п.9			7,5%*25299,26	1897,45
14	Организация и ликвидация работ	ОУ п.13			6%*27196,7	1631,80
15	Всего с учетом районного коэффициента	ОУ таблица 3			1*28828,50	28828,50
<b>Раздел III. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ</b>						
17	Консистенция при ненарушенной структуре	Глава 17, таблица 63 §3	опыт	314	18,2*314	5714,80
18	Плотность грунта методом режущего кольца	Глава 17, таблица 62, §4	опыт	350	4,5*350	1575
19	Плотность частиц грунта	Глава 17, таблица 62, §5	опыт	350	7,2*350	2520
20	Консолидированный срез с нагрузкой до 0,6 МПа	Глава 17, таблица 63, §11	опыт	158	(135,0-47,1)*158	13888,20
21	Неконсолидированный срез с нагрузкой до 0,6 МПа	Глава 17, таблица 63, §13	опыт	36	(114,4-47,1)*158	1972,8
22	Компрессионное испытание по одной ветви с нагрузкой до 0,6 МПа	Глава 17, таблица 63, §17	опыт	194	(101,9-47,1)*194	10631,20
23	Анализ водной вытяжки	Глава 18, таблица 71, §1	опыт	3	48,8*3	146
24	Коррозионная агрессивность грунтов к стали	Глава 18, таблица 75, §4	опыт	3	18,2*3	55
25	Стандартный химический анализ воды	Глава 18, таблица 73, §2	опыт	3	67,3*3	202
26	Коррозионная агрессивность грунтов к свинцовой и алюминиевой оболочке кабеля	Глава 18, таблица 75, §3	опыт	3	20,5*3	62
27	Итого по разделу с учетом районного коэффициента	ОУ таблица 3			1,00*76870,4	76870,4
<b>Раздел IV. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ</b>						
28	Камеральная обработка результатов геологической рекогносцировки 2 категория при хорошей проходимости	Глава 1, таблица 9, §1	км²	0,01	18,5*0,01	0,19
29	Камеральная обработка результатов буровых работ с гидронаблюдениями	Глава 21, таблица 82, §2	м	460	9,3*460	4278
30	Камеральная обработка результатов испытаний грунтов статическим зондированием на глубину 15 м	Глава 21, таблица 83, §2	опыт	20	38,3*20	766
31	Камеральная обработка лабораторных исследований - глинистых грунтов - химсостава грунтов - химсостава воды - коррозионной агрессивности	Глава 21, таблица 86, §1 §4 §5 §8			20%*76405 12%*146 15%*202 15%*117	15281 18 30 18
32	Составление инженерно-геологического отчета	Глава 22, таблица 87			18%*20391,19	3670,42
33	Составление программы производства инженерно-геологических работ	Глава 20, таблица 81, §2			1,25*1400	1750

№ п/п	Наименование видов работ	Обоснование стоимости	Единица измерения	Объем	Расчет стоимости	Стоимость
34	Итого по разделу с учетом районного коэффициента	ОУ таблица 3			1,0*25811,6	25811,6
35	ВСЕГО ПО РАЗДЕЛАМ					131510,51
36	ВСЕГО ПО РАЗДЕЛАМ С УЧЕТОМ ИНФЛЯЦИОННОГО ИНДЕКСА				47,12*131510,51	6196775,04
37	Приобретение фондовых материалов и сведений по запросам (калькуляция субподрядной организации)					50000
38	НДС				20%*6196775,04	1239355,01
39	Договорная стоимость работ					<b>7432113,84</b>

Таким образом, сметная стоимость без учетов налогов составит **7 432 114**рублей.

Вычитая из сметной стоимости себестоимость, получим прибыль. Далее вычислим рентабельность как отношение прибыли к затратам (себестоимости). Полученные данные сведем в таблицу 55.

Таблица 55– Рентабельность проекта

№ п/п	Наименование показателя	Значение	Примечание
1	Выручка (сметная стоимость), руб.	7 432 113,84	
2	Затраты (себестоимость), руб.	996 134,16	
3	Прибыль, руб.	6 439 995,88	п. 1 - п. 2
4	Рентабельность, %	646 %	п. 3 / п. 2

Таким образом, рентабельность проекта составляет 646%, что является прекрасным показателем.

### 5.5 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p \quad (1)$$

где  $I_m$  - интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;  $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;

$b_i^a, b_i^p$  - балльная оценка  $i$ -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

В качестве вариантов исполнения проекта рассмотрим две организации: одна из организаций осуществляет деятельность отдельно в сфере инженерных изысканий (условно аналог 1), вторая организация (текущий проект) осуществляет деятельность в сфере инженерных изысканий, но в качестве продукта предлагает комплексный подход – расчет устойчивости на основании, выполненных собственными силами, инженерных изысканий.

Экспертным путем устанавливаем балльную оценку для текущего проекта и аналогов. Расчеты проводим по формуле (1). Полученные данные сводим в таблицу 56.

Таблица 56. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект (комплексный подход)	Аналог 1* (только ИГИ)
1. Повышение производительности труда пользователя	0,10	4,00	5,00
2. Удобство в эксплуатации	0,10	5,00	3,00
3. Энергоэкономичность	0,10	5,00	5,00
4. Надежность	0,26	3,00	5,00
5. Конкурентоспособность продукта	0,11	5,00	4,00
6. Цена	0,15	5,00	4,00
7. Срок выполнения работ	0,13	4,00	4,00
8. Уровень проникновения на рынок	0,05	3,00	5,00
Итого:	1,00	4,15	4,41

\*-компании, участвовавшие в тендере на работы



Таким образом, у текущего проекта интегральный показатель ресурсоэффективности является наивысшим, что говорит о более высокой эффективности по сравнению с аналогами.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (2)$$

где  $I_{\Phi}^p$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость i-го варианта исполнения;

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Стоимость вариантов исполнения представим в виде таблицы (табл. 57).

Таблица 57. Стоимость вариантов исполнения

Текущий проект (комплексный подход)	Аналог (раздельное выполнение)*	Максимальная стоимость исполнения
996 134,16	1 963 210,17	2 603 741,44

\*-предложение компании, участвующей в тендере

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналога позволяет определить сравнительную эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{\Phi_{инр}}^p}{I_{\Phi_{инр}}^a}, \quad (3)$$

где  $\mathcal{E}_{cp}$  – сравнительная эффективность проекта;  $I_{\Phi_{инр}}^p$  – интегральный показатель эффективности разработки;  $I_{\Phi_{инр}}^a$  – интегральный показатель эффективности аналога.

Результаты расчетов сведем в таблицу 58.

Таблица 58–Сравнительная эффективность разработки

Показатель	Текущий проект (комплексный подход)	Аналог (ИГИ)
Интегральный финансовый показатель разработки $I_{\phi}^p$	0,38	0,75
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки $I_m$	4,15	4,41
Интегральный показатель эффективности $I_{финр}^p$	10,92	5,88
Сравнительная эффективность вариантов исполнения $\mathcal{E}_{cp}$	1,86	

Сравнение значений интегральных показателей позволяет сделать выбор в пользу текущего проекта. Интегральный финансовый показатель свидетельствует об удешевлении стоимости текущего проекта. Интегральный показатель ресурсоэффективности является наивысшим, что говорит о более высокой эффективности текущего проекта по сравнению с аналогами. Показатель сравнительной эффективности говорит о том, что с позиций финансовой и ресурсной эффективности текущий проект в 1,86 раза предпочтительнее аналога.

## 5.6 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информацию по рискам представим в виде таблицы 59.

Таблица 59 – Реестр рисков

Риск	Потенциальное воздействие	Вер-ть наступления (1-5)	Вли-е риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения	Условия наступления
Изменение законодательства в части технических требований к результату работ	Временная потеря заказов	3	4	средний	Мониторинг изменений в законодательстве	Принятие нового технического регламента
Повышение стоимости специализированного программного обеспечения	Незапланированные издержки	4	3	средний	Формирование финансовых резервов. Заключение договора с банком о льготном кредитовании	Повышение стоимости ПО в одностороннем порядке
«Текучка» кадров	Срыв сроков выполнения работ. Снижение качества результата работ	4	5	высокий	Разработка программы профессионального роста. Поддержка молодых специалистов	Низкая заработная плата. Отсутствие перспектив в проф. развитии
Снижение цены продукции из-за роста конкуренции	Снижение рентабельности, прибыли	4	5	высокий	Проведение маркетинговых исследований. Программа лояльности к постоянным клиентам	Увеличение количества фирм-конкурентов. Снижение рыночной цены продукции
Наложение одних объектов на другие при планировании работ	Срыв сроков выполнения работ. Снижение качества результата работ	4	4	высокий	Система планирования работ, мониторинг контрольных точек проектов. Система стимулирования сотрудников за досрочное выполнение работ	Большой объем заказов
Разрыв платежного баланса	Временная неплатежеспособность	5	5	высокий	Заключение договора с банком о льготном кредитовании, об оплате векселями	Выполнение работ без аванса с расчетом после активирования. Длительность выполнения работ

В результате выполнения данного раздела был выполнен анализ конкурентных технических решений. Анализ технических и экономических критериев показал, что организация, предлагающая комплексный продукт, обладает преимуществом по сравнению с конкурентами. В рамках разработки устава проекта были сформулированы цели, результат, область применения проекта. Был составлен «портрет» потребителя НТИ, выполнено сегментирование рынка, выполнены FAST-анализ, SWOT-анализ.

При работе над планированием были определены этапы работ, их трудоемкость, разработан график Ганта. Продолжительность работ по получению исходных данных и проведению расчетов устойчивости займет 4 декады (35 дней) с первой декады марта до второй декады апреля.

В экономическом отношении были определены затраты на проектирование, плановая себестоимость работ составит 996 134,16 рублей, без учета налогообложения. Сметная стоимость без учетов налогов составит 2 603 741,44 рублей, прибыль – 1 607 607,28 рублей. Рентабельность проекта составит 261%, что является очень хорошим показателем и говорит о высоком экономическом эффекте.

При оценке сравнительной эффективности было установлено, что с позиций финансовой и ресурсной эффективности текущий проект в 2,61 раза предпочтительнее аналога.

В заключении раздела был составлен реестр рисков и выработаны способы их смягчения.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В дипломном проекте были рассмотрены инженерно-геологические условия района и составлен проект изысканий для строительства административного здания. Данные работы были выполнены с целью получения инженерно-геологической информации, которая должна быть необходимой и достаточной для решения задач проектирования.

В процессе проектирования был сделан обзор, анализ и оценка ранее проведенных работ, на основе которых дана детальная характеристика природных условий изучаемой территории.

Дана детальная характеристика инженерно-геологических условий участка работ, рассчитаны коэффициенты вариации. Для каждого инженерно-геологического элемента представлены нормативные и расчетные характеристики их физико-механических свойств.

Была определена сфера взаимодействия сооружений с геологической средой в соответствии с нормативной документацией и методической литературой. Запроектированы виды и объемы работ. Приведена методика проектируемых работ, рассмотрены альтернативные методики определения пределов пластичности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геология СССР. Ленинградская, Псковская и Новгородская области. 1 и 2 том - Недра 1971 - 467с., 1975 - 423с.
2. Геология СССР. Ленинградская, Псковская и Новгородская области. 1 и 2 том - Недра 1971 - 467с., 1975 - 423с.
3. Геоморфология и четвертичные отложения Северо-Запада европейской части СССР (Ленинградская, Псковская и Новгородская обл.). Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л.1969, стр 1-256.
4. Геология четвертичных отложений Северо-Запада европейской части СССР под ред. Н. И. Апухтина и И. И. Краснова, М, 1967.
5. Лаврушин Ю.А. Ледниковые отложения Северо-Запада европейской части СССР., - М., 1976. - 332 с.
6. Ломтадзе В.Д. Методы лабораторных исследований физико-механических свойств горных пород (Руководство к лабораторным занятиям по инженерной геологии). Л., «Недра», 1972. 312 с.
7. Фурса В.М. Строительные свойства грунтов района Ленинграда. Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1975, 143с.
8. Цытович Н.А. Механика грунтов (краткий курс): Учебник для вузов. - 3-е изд., доп. - М.: Высш. школа, 1979. - 272 с., ил.
9. Геология и полезные ископаемые Ленинградской области. Киселев И.И., Проскуряков В.В., Саванин В.В. - С.-Петербург, 1997 - 273с.
10. Механика грунтов в практике строительства Н. Н. Маслов. Москва Стройиздат 1977 г.
11. Даринский А.В. Ленинградская область. — 2-е изд., испр. и доп. — Л., 1975. — 384 с.
12. Даринский А.В. География Ленинградской области. — СПб.: Глагол, 2001. — 128 с.
13. Отчет о комплексном геологическом, гидрогеологическом и инженерно-геологическом доизучении масштаба 1:50000 общими поисками и

геоэкологическом картировании территории г. Санкт-Петербурга и его окрестностей. Книга 2. г.С-Пб, 2001.

14. ООО «Терпланпроект». Материалы по обоснованию генерального плана. – СПб., 2013 – 149 с.

15. Солодухин М.А., Архангельский И.В., «Справочник техника-геолога по инженерно-геологическим и гидрогеологическим работам», 1982

16. Рекомендации по производству инженерно-геологической разведки, Москва, Стройиздат, 1975

17. Технический отчет «Инженерно-геологические изыскания на объекте по адресу Ленинградская обл., Всеволожский район, участок с кадастровым номером 47:07:10440001:28042.

18. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты

19. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений

20. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства.

Основные положения.

21. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства.

22. ТСН 50-302-2004 Санкт-Петербург Проектирование фундаментов зданий и сооружений в Санкт-Петербурге

23. СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии

24. СП 131.13330.2012 Строительная климатология

25. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения.

26. СП 11-104-97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства

27. СП 11-103-97 Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства

28. РСН 74-88 Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству буровых и горнопроходческих работ

29. ГОСТ 20069-81 Грунты. Метод полевого испытания статическим зондированием
30. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов
31. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб
32. ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии
33. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава
34. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик
35. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости
36. ГОСТ 26424-85 Почвы. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке
37. ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний
38. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация
39. ГОСТ 27751-2012 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения
40. ГОСТ 19912-2012 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием
41. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности
42. ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные
43. ГОСТ 12.3.009-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности
44. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация



45. ГОСТ 12.4.125-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация

46. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

47. ГОСТ 23407-78 Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ. Технические условия

48. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление

49. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

50. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

51. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности

52. ГОСТ 12.4.002-97 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний

53. ГОСТ 12.4.024-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования (с Изменением N 1)

54. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

55. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования

56. ГОСТ 12.1.045-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
57. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение
58. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
59. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
60. СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах"
61. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы
62. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности
63. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы
64. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования
65. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности
66. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования
67. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
68. ПУЭ Правила устройства электроустановок
69. ГОСТ 17.2.1.03-84 ГОСТ 17.2.1.03-84 Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения
70. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения

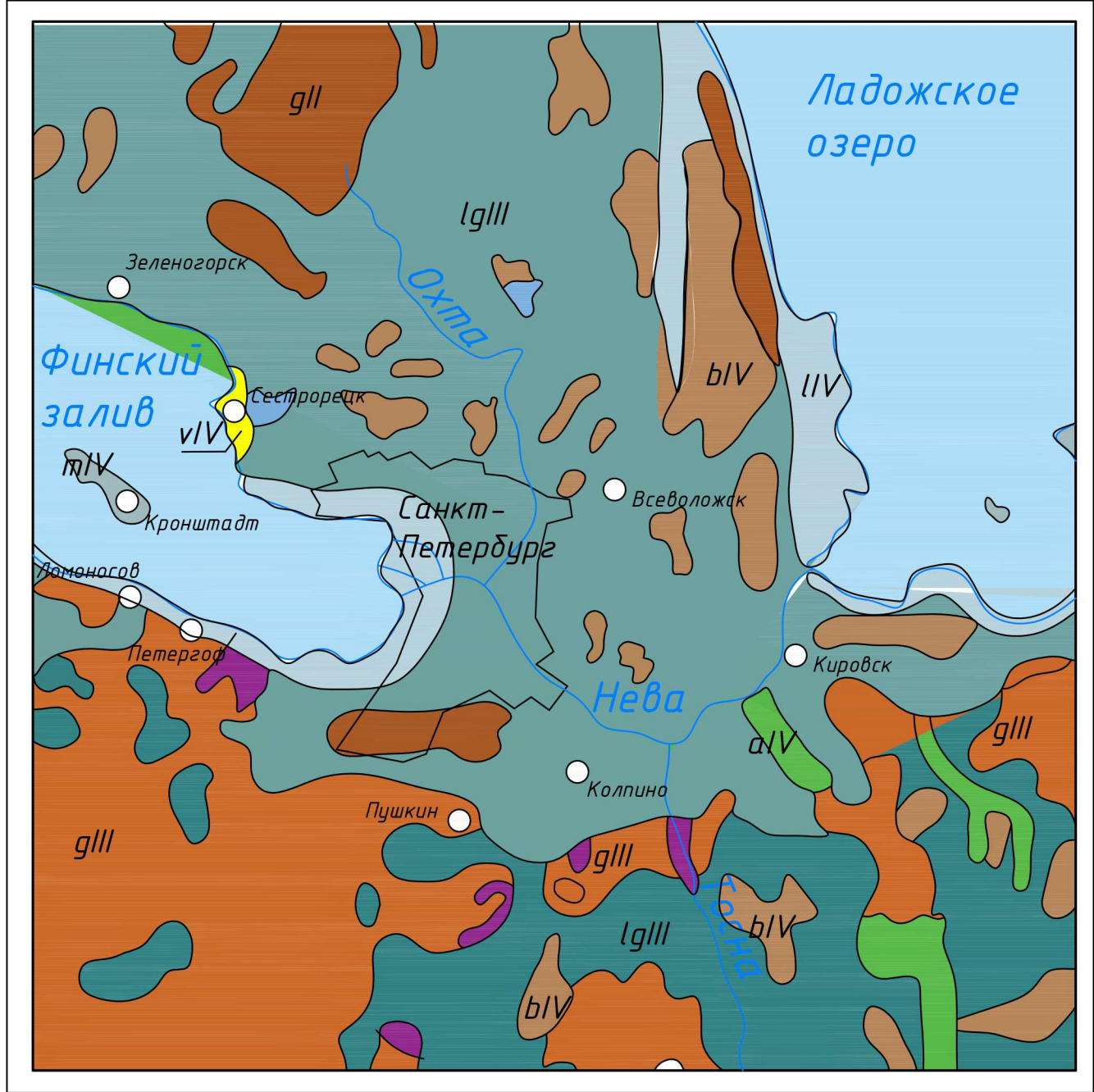
71. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства, ГОССТРОЙ РФ, 1999г

72. Налоговый кодекс РФ

73. Трудовой кодекс РФ

74. Конституция РФ

# Фрагмент карты четвертичных отложений Ленинградской области



на основе материалов ФГБУ "ВСЕГЕИ" , 2010г.



## Условные обозначения

### 1. Современные четвертичные отложения

bIV	Болотные отложения
aIV	Аллювиальные отложения
lIV	Озерные отложения
vIV	Золовые отложения
mIV	Морские отложения

### 2. Верхнечетвертичные отложения

#### Валдайский надгоризонт

lgIII	Озерно-ледниковые отложения Балтийского ледникового озера
lglII	Озерно-ледниковые отложения
glII	Ледниковые отложения

### 3. Среднечетвертичные отложения

#### Днепровский горизонт

gII	Ледниковые отложения
-----	----------------------

### Дочетвертичные отложения

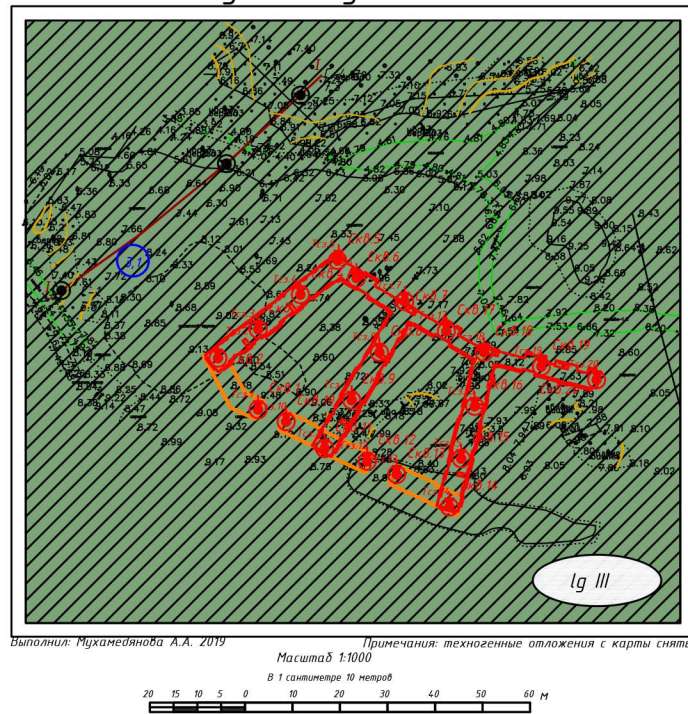
	Дочетвертичные отложения
--	--------------------------

МИНОБР НАУКИ РОССИИ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2019г
ИПР	Специальность 2105.02 – Прикладная геология "Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания"	гр.3-2135
Дипломный проект		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия Всеволожского района Ленинградской области и проект изысканий под строительство многоквартирного жилого дома со встроенно-пристроенными помещениями по адресу г. Кудрово ул. Пражская	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Фрагмент карты четвертичных отложений	Масштаб 1:500 000
СТУДЕНТ	Мухамедянова А.А.	1
РУКОВОДИТЕЛЬ	Строкова Л.А.	
НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛЕНИЯ	Гусева Н.В.	
КОНСУЛЬТАНТ	Строкова Л.А.	

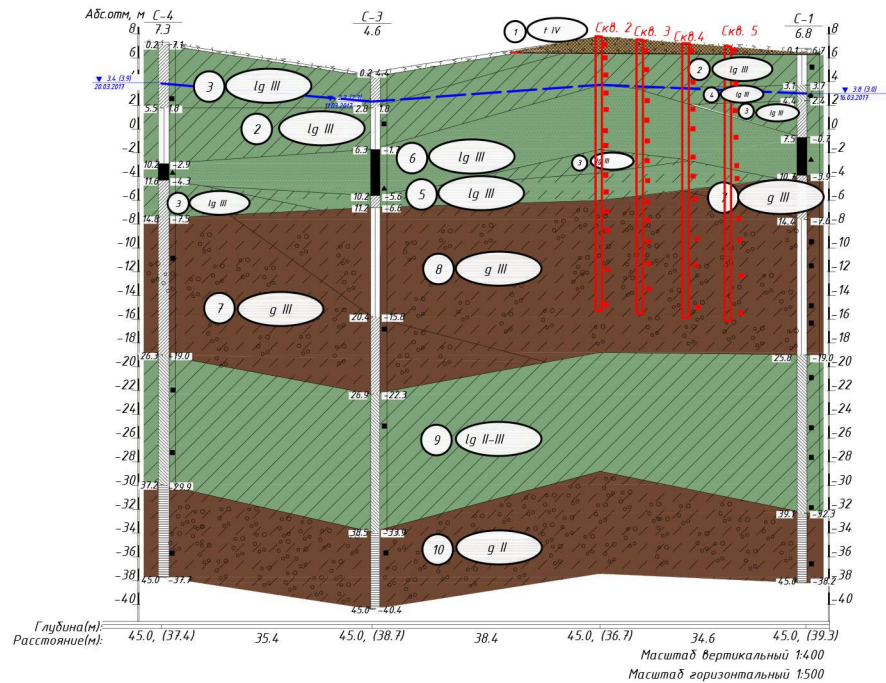


# Карта инженерно-геологических условий участка, инженерно-геологический разрез

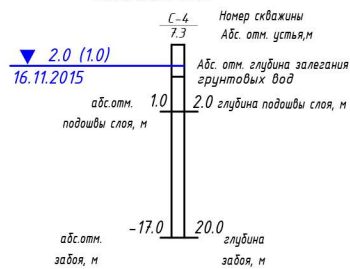
## Карта инженерно-геологических условий участка



## Инженерно-геологический разрез по линии I-I



### Скважина



точка статического зондирования

абс.отм. погружения зонда, м

## I. Стратиграфо-генетические комплексы

t IV	Современные техногенные образования (tIV)
Ig III	Верхнечетвертичные озерно-ледниковые отложения (IgIII)
g III	Верхнечетвертичные ледниковые отложения (gIII)
Ig II-III	Среднечетвертичные озерно-ледниковые отложения (IgII-III)
g II	Среднечетвертичные ледниковые отложения (gII)

## II. Инженерно-геологические элементы

1	Насыпные грунты: супеси, суглинки, со строительным мусором, щебнем
2	Суглинки тяжелые с прослоями легких, пылеватые, тугопластичные (по Сб тугопластичные), коричневые, с прослоями песка
3	Суглинки легкие, пылеватые, мягкопластичные с прослоями текучепластичных (по Сб мягкопластичные), коричневые, с прослоями песка
4	Суглинки тяжелые, пылеватые, текучепластичные с прослоями текучих (по Сб мягкопластичные), коричневые, ленточные
5	Супеси пылеватые, пластичные (по Сб мягкопластичные), серые, тиксотропные, с прослоями песка
6	Пески пылеватые, плотные, серые, насыщенные водой, с прослоями супеси
7	Супеси пылеватые, пластичные (по Сб тугопластичные), серые, с гравием, галькой, с линзами песка
8	Суглинки легкие, пылеватые, тугопластичные с линзами полутвердых (по Сб тугопластичные), серые, с гравием, галькой, с линзами песка
9	Суглинки тяжелые, пылеватые, текучепластичные с прослоями мягкопластичных (по Сб мягкопластичные), серовато-коричневые, с прослоями супеси и песка
10	Супеси песчанистые, твердые (по Сб полутвердые), коричневые, с гравием, галькой до 10-20%

## Опробование грунтов

- - монолит
- ▲ - нарушенного сложения
- - проба воды
- - водная вытяжка
- - коррозионность

глубина погружения зонда, м

## Проектные работы

- Скв. 5 проектная скважина
- - точка опробования, монолит

## Условные обозначения:

### III. Прочие обозначения

С-1 6,8 буровая скважина, ее номер и абс. отметка устья

I — I линия инженерно-геологического разреза

3,1 глубина залегания подземных вод, м

### IV. Проектные работы

Скв.2 проектируемая буровая скважина, ее номер

Тсз.2 проектируемая точка статического зондирования, ее номер

Проектируемый многоквартирный жилой дом

Проектируемый паркинг

### V. Инженерно-геологические разновидности грунтов по ИГЭ (по ГОСТ 25100-2011)

Обознач. состояния грунта	Консистенция глинистых грунтов		Степень влажности песчаных грунтов
	Глины и суглинки	Супеси	
	твердая	твердая	маловлажные
	полутвердая		
	тугопластичная		
	мягкопластичная	пластичная	влажные
	текучепластичная		
	текучая	текучая	насыщенные водой

МИНОБР НАУКИ РОССИИ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2019г
ИШПР	Специальность 2105.02 – Прикладная геология "Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания"	гр.3-213Б
Дипломный проект		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия Всеволожского района Ленинградской области и проект изысканий под строительство многоквартирного жилого дома со встроенно-пристроенными помещениями по адресу г. Кузорово ул. Пискаревская	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Карта инженерно-геологических условий участка, инженерно-геологический разрез	Масштаб 1:1000 1:400
СТУДЕНТ	Мухамедьянова А.А.	2
РУКОВОДИТЕЛЬ	Строкова Л.А.	
РУКОВОДИТЕЛЬ ОП	Кузеданов К.И.	
КОНСУЛЬТАНТ	Строкова Л.А.	







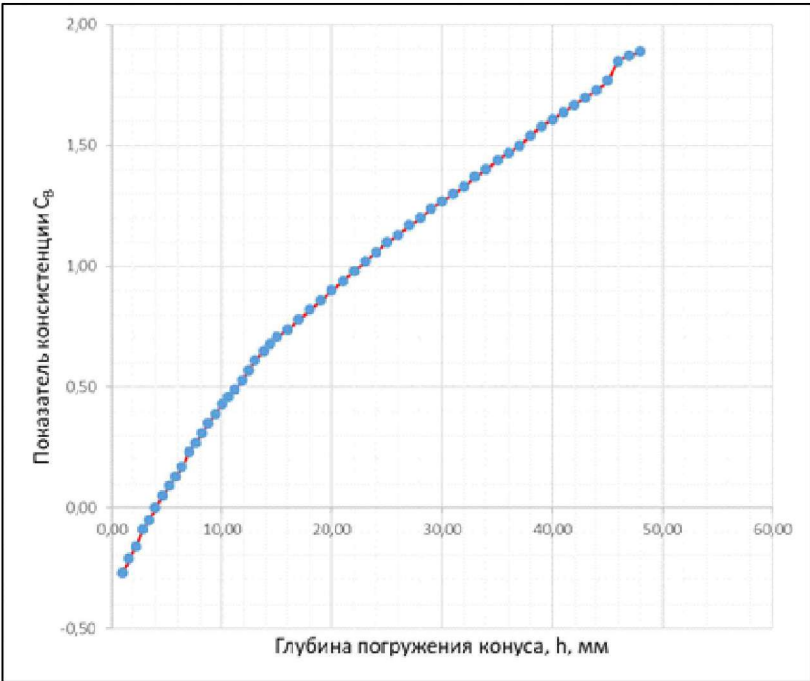
Определение физических характеристик глинистых грунтов при помощи конуса конструкции П.О.Бойченко

График зависимости показателя консистенции от глубины погружения конуса

Пенетрометр  
П. О. Бойченко

Разница между показателем текучести и показателем консистенции

Показатель текучести $I_L$	Показатель консистенции $C_B$	Разновидности грунтов
< 0	< -0,25	твердые
0 – 0,25	-0,25 – 0	полутвердые
0,25 – 0,50	0 – 0,25	тугопластичные
0,50 – 0,75	0,25 – 0,75	мягкопластичные
0,75 – 1,00	0,75 – 1,00	текучепластичные
> 1,00	> 1,00	текучие



Результаты лабораторных испытаний стандартными методами

Глубина отбора образца, м	Влажность			Число пластичности $I_p$ , д.е.	Показатель текучести, $W$	Показатель консистенции (Бойченко), $C_B$	Классификация грунта (по ГОСТ 25100-2011)	Классификация грунта по $C_B$
	Природная влажность $W_n$ , д.е.	Влажность на границе текучести $W_L$ , д.е.	Влажность на границе раскатывания $W_U$ , д.е.					
31,20	0,372	0,293	0,208	0,085	1,93	0,36	Суглинок текучий	Суглинок мягкопластичный
34,30	0,361	0,377	0,263	0,114	0,86	0,43	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
36,80	0,327	0,287	0,191	0,096	1,42	0,43	Суглинок текучий	Суглинок мягкопластичный
30,20	0,282	0,359	0,195	0,164	0,53	0,55	Суглинок мягкопластичный	Суглинок мягкопластичный
33,20	0,269	0,327	0,183	0,143	0,60	0,23	Суглинок мягкопластичный	Суглинок мягкопластичный
35,00	0,295	0,357	0,215	0,142	0,57	0,55	Суглинок мягкопластичный	Суглинок мягкопластичный
28,30	0,356	0,362	0,248	0,114	0,95	0,55	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
31,70	0,349	0,347	0,237	0,110	1,02	0,46	Суглинок текучий	Суглинок мягкопластичный
33,00	0,298	0,338	0,228	0,110	0,63	0,61	Суглинок мягкопластичный	Суглинок мягкопластичный
32,00	0,329	0,325	0,232	0,093	1,04	0,66	Суглинок текучий	Суглинок мягкопластичный
34,50	0,384	0,309	0,224	0,086	1,87	0,40	Суглинок текучий	Суглинок мягкопластичный

Определение пределов пластичности методом Бойченко

Интервал отбора образца, м	Влажность			Число пластичности $I_p$ , д.е.	Показатель текучести $I_L$ , д.е.	Показатель консистенции (Бойченко), $C_B$	Классификация грунта (по ГОСТ 25100-2011)	Классификация грунта по $C_B$
	Природная влажность $W_n$ , д.е.	Влажность на границе текучести $W_L$ , д.е.	Влажность на границе раскатывания $W_U$ , д.е.					
31,20	0,372	0,376	0,237	0,139	0,97	0,36	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
34,30	0,361	0,371	0,236	0,135	0,93	0,43	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
36,80	0,327	0,347	0,208	0,139	0,86	0,43	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
30,20	0,282	0,298	0,192	0,106	0,85	0,55	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
33,20	0,269	0,274	0,200	0,074	0,93	0,23	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
35,00	0,295	0,309	0,208	0,101	0,86	0,55	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
28,30	0,356	0,367	0,241	0,126	0,91	0,55	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
31,70	0,349	0,366	0,237	0,129	0,87	0,46	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
33,00	0,298	0,317	0,222	0,095	0,80	0,61	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
32,00	0,329	0,339	0,236	0,103	0,90	0,66	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный
34,50	0,384	0,413	0,253	0,160	0,82	0,40	Суглинок текучепластичный	Суглинок мягкопластичный



МИНОБР НАУКИ РОССИИ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ		
ИШПР	Специальность 2105.02 – Прикладная геология "Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания"		
Дипломный проект			
ТЕМА	Инженерно-геологические условия Всеволожского района Ленинградской области и проект изысканий под строительство многоквартирного жилого дома со встроенно-пристроенными помещениями по адресу г. Кудрово ул. Пискаревская		
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Определение физических характеристик глинистых грунтов при помощи конуса конструкции П.О.Бойченко		
СТУДЕНТ		Мухамедянова А.А.	4
РУКОВОДИТЕЛЬ		Строкова Л.А.	
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП		Кузеданов К.И.	
КОНСУЛЬТАНТ		Строкова Л.А.	



ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЙ НАРЯД НА БУРЕНИЕ СКВАЖИНЫ ГЛУБИНОЙ 23 М

Тип и группа скважины IIв  
Буровая установка УГБ-1 ВС  
Привод Д-245  
Бурильные трубы СБТ МЗ 50

Способ отбора монолитов забивной, вдавливаемый грунтоносы  
Тип грунтоноса ГВ-1, ГЗ-1  
Способ бурения ударно-канатный кольцевым забоем, вдавливающий

Линейный масштаб	Геологическая часть						Техническая часть					
	Лито-логическая колонка	Наименование пород	Интервалы залегания			Категория пород	Схема конструкции скважины	Диаметр, мм и глубина бурения, м	Диаметр, мм и глубина спуска обсадных труб, м	Тип ПРИ	Технологические параметры режима бурения	Примечание
			от	до	Мощность слоя, м							
1		Насыпные грунты: супеси, суглинки, со строительным мусором, щебнем	0,0	0,1	0,1	III		146/10,7	132/10,7	Стакан забивной СЗБ 146-К-800		
2		Суглинки тяжелые с прослоями легких, пылеватые, тугопластичные, коричневые, с прослоями песка	0,1	3,1	3,0	II						
3		Суглинки тяжелые, пылеватые, текучепластичные с прослоями текучих, коричневые, ленточные	3,1	4,4	1,3	I						
4		Суглинки легкие, пылеватые, мягкопластичные с прослоями текучепластичных, коричневые, с прослоями песка	4,4	7,5	3,1	I						
5												
6		Пески пылеватые, плотные, серые, насыщенные водой, с прослоями супеси	7,5	10,7	3,2	III	114/12,3			Стакан забивной СБЗ 114-К-800		
7												
8		Супеси пылеватые, пластичные, серые, с гравием, галькой, с линзами песка	10,7	14,4	3,7	III						Отбор монолитов вдавливаемым грунтоносом ГВ-1. Наружный диаметр грунтоноса, мм – 108. Длина, мм – 450.
9												
10												
11												
12												
13		Суглинки легкие, пылеватые, тугопластичные с линзами полутвердых серые, с гравием, галькой, с линзами песка	14,4	23,0	8,6	III						Отбор монолитов забивным грунтоносом ГЗ-1. Наружный диаметр грунтоноса, мм – 106. Длина, мм – 400.
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												

МИНОБР НАУКИ РОССИИ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2019г
ИШПР	Специальность 2105.02 – Прикладная геология "Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания"	гр.3–213Б
Дипломный проект		
ТЕМА	Инженерно-геологические условия Всеволожского района Ленинградской области и проект изысканий под строительство многоквартирного жилого дома со встроенно-пристроенными помещениями по адресу г. Кудрово ул. Пражская	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Геолого-технический наряд на бурение скважины глубиной 23 м	Масштаб 1:100
СТУДЕНТ		Мухамедянова А.А.
РУКОВОДИТЕЛЬ		Строкова Л.А.
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП		Кузнецов К.И.
Консультант		Шестеров В.П.
		5